

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra konstrukcí

Požární odolnost železobetonových sloupů

Fire resistance of reinforced concrete columns

Student:

Bc. Lucie Fašánková

Vedoucí diplomové práce:

prof. Ing. Radim Čajka, CSc.

Ostrava 2014

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta stavební
Katedra konstrukcí

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Lucie Fašánková**
Studijní program: N3607 Stavební inženýrství
Studijní obor: 3607T037 Konstrukce staveb
Téma: **Požární odolnost železobetonových sloupů**
Fire resistance of reinforced concrete columns

Zásady pro vypracování:

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] ČSN EN 1991-1-2 (73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-2: Obecná zatížení –Zatížení konstrukcí vystavených účinkům požáru, ČNI 08/2004, opr. 1, 12/2006
- [2] ČSN EN 1991-1-5 (73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-5: Obecná zatížení - Zatížení teplotou, ČNI 05/2005
- [3] ČSN EN 1992-1-2 (73 1201) Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-2: Obecná pravidla - Navrhování konstrukcí na účinky požáru, ČNI 11/2006
- [4] ČSN EN 1993-1-2 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-2: Obecná pravidla - Navrhování konstrukcí na účinky požáru, ČNI 12/2006
- [5] ČSN EN 1995-1-2 (73 1701) Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-2: Obecná pravidla - Navrhování konstrukcí na účinky požáru, ČNI 12/2006
- [6] Bradáčová I. a kol.: Stavby a jejich požární bezpečnost, ČKAIT, Praha 1999
- [7] Buchanan, A.H.: Structural Design for Fire Safety. John Wiley & Sons, New edition 2001, ISBN 0-4718-9060-8.
- [8] Kaiser R., Kučera P.: Úvod do požárního inženýrství. SPBI Ostrava 2007
- [9] Wald F. a kol.: Zvýšení spolehlivosti stavebních nosných konstrukcí výpočtem požární odolnosti podle evropských norem, ČVUT Praha, Praha 2002

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Radim Čajka, CSc.**

Datum zadání: 28.02.2014

Datum odevzdání: 01.12.2014



prof. Ing. Radim Čajka, CSc.
vedoucí katedry

prof. Ing. Radim Čajka, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě

Anotace

Obsahem této diplomové práce je výpočet požární odolnosti železobetonových sloupů výškové budovy fakulty strojní VUT v Brně. Součástí této práce je statický posudek jednotlivých sloupů dle platných normativních předpisů, rovněž obsahuje varianty chování konstrukce za požáru, změny vnitřních sil a jejich vliv na požární odolnost jednotlivých sloupů.

Klíčová slova

sloup, požár, požární odolnost, výšková budova, VUT, strojní fakulta, odezva konstrukce, plastický kloub

Annotation

The content of this thesis is to calculate the fire resistance of reinforced concrete columns high-rise building of the Faculty of Mechanical Engineering in Brno. Part of this work is a static assessment of single columns according to valid standards, also contains options for response of the structure in fire situation, changes in internal forces and their effect on fire resistance.

Keywords

column, fire, fire resistance, high-rise building, VUT, Faculty of Mechanical Engineering, response of the structure, plastic hing

Obsah diplomové práce:

Seznam použitého značení	7
1. Úvod	8
2. Popis konstrukce a zatížení	8
3. Výpočet únosnosti železobetonových sloupů	10
4. Výpočet požární odolnosti železobetonových sloupů	13
4.1 Požární odolnost	13
4.2 Metodika navrhování	15
4.3 Teplotní a fyzikální vlastnosti betonu a výztuže	16
4.4 Zónová metoda	17
4.5 Vlastní výpočet požární odolnosti	19
4.6 Výpočet únosnosti – 1.PP	24
4.7 1.PP – E – 5,25; I – 5, 25	25
4.8 1.PP – E – 1, 29; I – 1, 29	26
4.9 1.PP – A – 5, 25	27
4.10 1.PP – E – 3, 27; I – 3, 27	28
4.11 Výpočet únosnosti – 1.NP	29
4.12 1.NP – E – 9, 15, 23	30
4.13 1.NP – I – 15, 23	31
4.14 1.NP – A – 1, 29; I – 1, 29	32
4.15 1.NP – 5 – 5, 25; I – 5, 25	33
4.16 1.NP – A, J – 300/600	34
4.17 Výpočet únosnosti – 2.NP	35
4.18 2.NP – E – 5, 25; I – 5, 25	36
4.19 2.NP – A – 1, 29; J – 1, 29	37
4.20 2.NP – A, J – monolit	38
4.21 2.NP – E – 9, 15, 23	39
4.22 2.NP – I – 9	40
4.23 3.NP	41
4.24 4.NP a 5.NP	42
4.25 6.NP a 7.NP	43
4.26 8.NP	44
4.27 9.NP	45

4.28	10.NP	46
4.29	11.NP	47
4.30	12.NP a 13.NP	48
4.31	14.NP a 15.NP	49
4.32	16.NP – 18.NP	50
4.33	19.NP	51
4.34	Výpočet únosnosti obvodových sloupů	52
4.35	Obvodové sloupy – 1.PP	53
4.36	Obvodové sloupy – 1.NP	54
4.37	Obvodové sloupy – 2.NP a 3.NP	55
4.38	Obvodové sloupy – 4.NP a 5.NP	56
4.39	Obvodové sloupy – 6.NP – 13.NP	57
4.40	Obvodové sloupy – 14.NP – 19.NP	58
5.	Chování konstrukce za požáru	59
5.1	Rozdíly vnitřních sil	60
6.	Závěr	76
7.	Seznam použitých pramenů	77
7.1.	Použitá literatura	77
7.2	Použité internetové zdroje	77
7.3	Použité programy	77

Seznam použitého značení

A_s	plocha výztuže [m^2];
a_z	šířka poškozené části průřezu pro sloupy [m];
b	šířka průřezu [m];
$c_{p\theta}$	specifické teplo betonu [J/kg K];
E_d	návrhová hodnota síly nebo momentu při běžné teplotě (20°C) [MN];
$E_{d, fi}$	návrhový účinek zatížení včetně vlivu teplotní roztažnosti a deformace [MN];
F_c	síla, kterou působí beton [kN];
f_{ck}	charakteristická hodnota pevnosti betonu v tlaku [MPa];
$f_{c\theta}$	pevnost betonu v tlaku při teplotě θ [MPa];
F_s	síla, kterou působí výztuž [kN];
f_{yd}	návrhová hodnota pevnosti výztuže v tahu i v tlaku [MPa];
f_{yk}	charakteristická hodnota pevnosti výztuže v tahu i v tlaku [MPa];
G_k	charakteristická hodnota stálého zatížení;
h	výška průřezu [m];
$k_c (\theta_i)$	součinitel redukce pro beton při teplotě θ [-];
k_{cm}	součinitel redukce pevnosti betonu [-];
k_θ	redukční součinitel závislý na teplotě materiálu [-];
n	počet zón v šířce w [ks];
$Q_{k, 1}$	hlavní proměnné zatížení;
$R_{d, t, fi}$	odpovídající návrhová únosnost při požární situaci [MN];
w	polovina šířky sloupu [m];
X_k	charakteristická hodnota za normální teploty;
$X_{k, fi}$	charakteristická hodnota – obecně závislá na teplotě;
z	vzdálenost těžiště výztuže od těžiště průřezu [m];
α_{cc}	součinitel uvažující dlouhodobé účinky na tlakovou pevnost betonu a nepříznivé účinky ze způsobu zatížení;
γ_c	součinitel spolehlivosti betonu [-];
γ_G	součinitel spolehlivosti stálého zatížení [-];
$\gamma_{M, fi}$	součinitel spolehlivosti při požární situaci [-].
$\gamma_{M, fi}$	součinitel spolehlivosti při požární situaci [-];
$\gamma_{Q, 1}$	součinitel spolehlivosti pro hlavní proměnné zatížení;
γ_s	součinitel spolehlivosti výztuže [-];

η_{fi}	redukční součinitel pro úroveň zatížení při požární situaci [-];
η_{fi}	redukční součinitel v závislosti na poměru $Q_{k,1} / G_k$ [-];
θ	teplota betonu [°C];
λ_c	teplotní vodivost betonu [W/m K];
ξ	redukční součinitel nepříznivého stálého zatížení [-];
σ_s	napětí ve výztuži při rovnoměrném přetvoření tlačného betonu [MPa];
ψ_{fi}	kombinační součinitel uvažovaný hodnotou $\psi_{1,1}$ či $\psi_{2,1}$ podle EN 1992 – 1 – 2.

1. Úvod

Diplomová práce je zaměřena na stanovení požární odolnosti železobetonových sloupů ve výškové budově fakulty strojního inženýrství VUT v Brně.

Dle internetového zdroje [9] a projektové dokumentace sanace sloupů [7] je výšková budova fakulty strojního inženýrství VUT v Brně v havarijním stavu, má závažné poruchy v nosné konstrukci. Vyžaduje nespočet drahých oprav. Na základě detailního statického průzkumu se navrhla sanace a zesílení nosné konstrukce. Důvodem špatného stavu je dle internetového zdroje [10] nekvalitně provedená vlastní stavba, která proběhla přibližně před 30 lety.

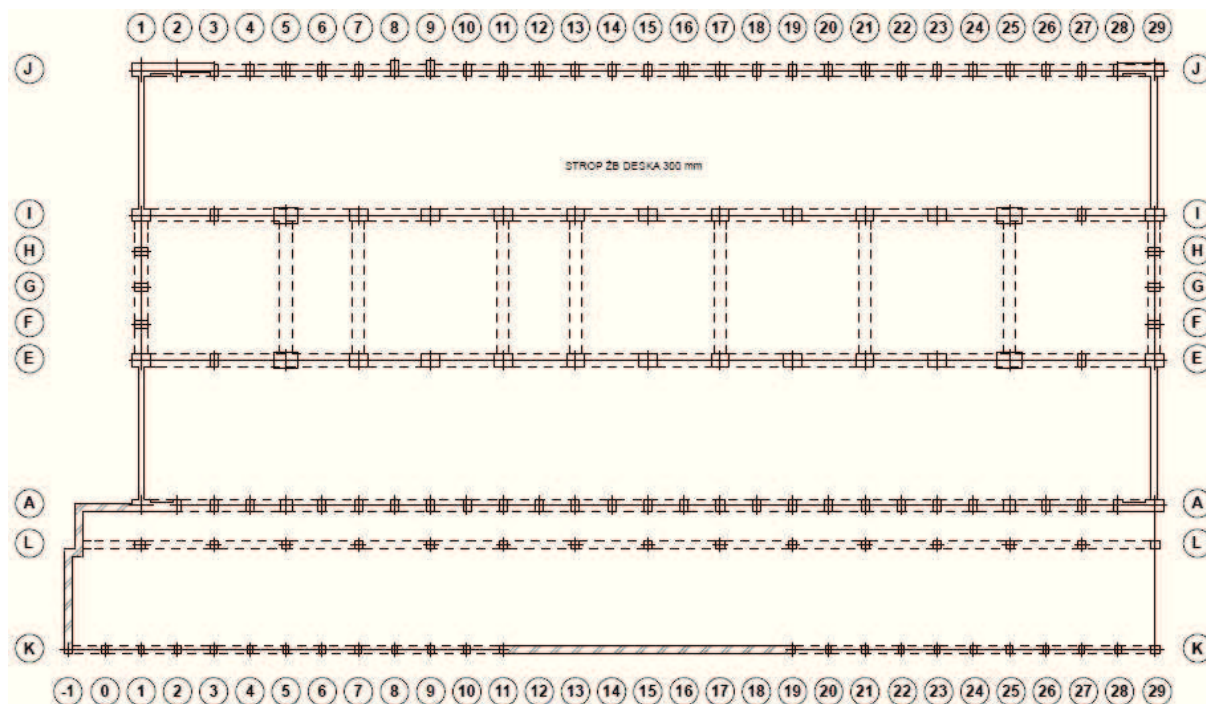
Kromě statického posudku je také nutné posoudit požární bezpečnost stavby a stanovit tedy mimo jiné požární odolnost železobetonových sloupů, což je předmětem mé diplomové práce. Jako podklad k vypracování jsem kromě uvedených zdrojů použila projektovou dokumentaci k sanaci sloupů. Byl ovšem nutný výpočet únosnosti jednotlivých sloupů.

2. Popis konstrukce a zatížení

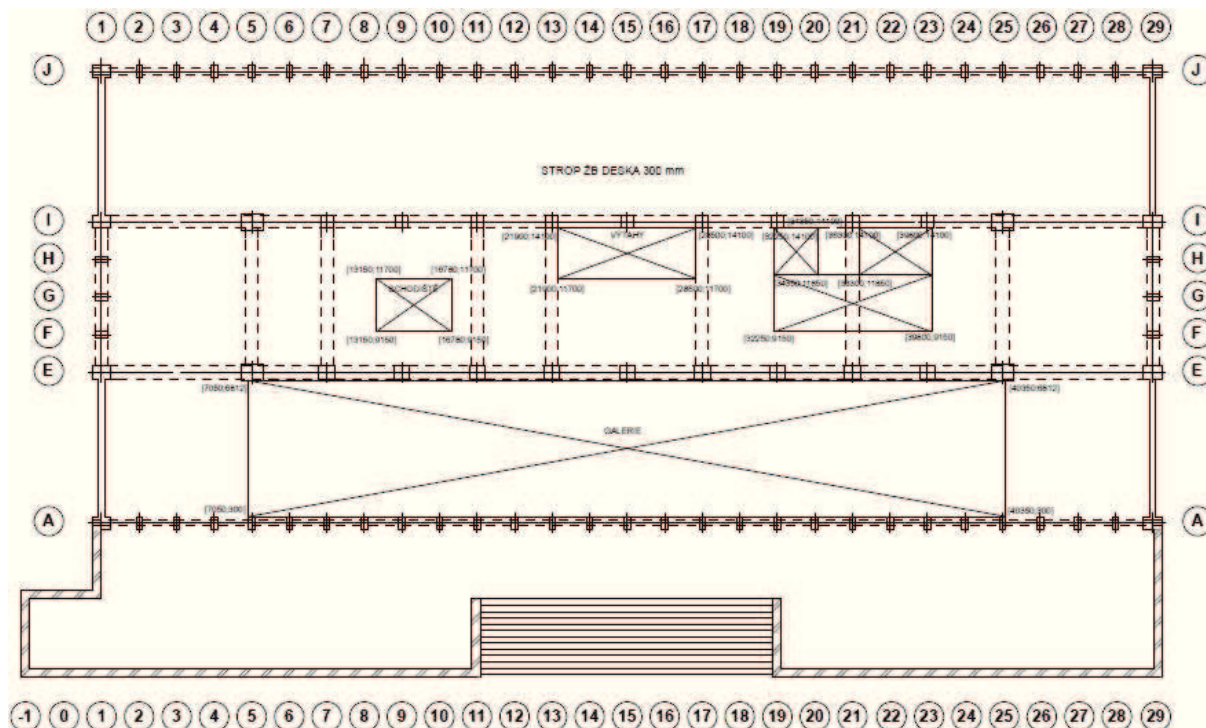
Výšková budova má jedno podzemní a devatenáct nadzemních podlaží. Budova má výšku 70 m a půdorysné rozměry 50,4 m x 21,65 m. Jedná se o sloupový rámový konstrukční systém. Vodorovné nosné prvky do 2. NP tvoří železobetonové desky o tloušťce 300 mm. V ostatních podlažích se jedná o tzv. „bedničkové stropy“ o stejné tloušťce. Svislé prvky jsou železobetonové obvodové a vnitřní sloupy. Do 3. NP jsou sloupy proměnného průřezu, od 3. NP jsou všechny vnitřní sloupy průřezu 600 x 600 mm a obvodové 300 x 600 mm. Pro jednodušší orientaci jsou sloupy v obou směrech číslovány. Půdorysné schéma, proměnnost průřezů a rozmístění jsou vyobrazeny na Obr. 1.1. pro 1. PP, Obr. 1.2 pro 1. a 2. NP a Obr. 1.3 pro všechna ostatní podlaží. Vyztužení sloupů se mění s každým podlažím, ale také v rámci jednoho patra. Dalším prvkem jsou průvlaky v osách A, E, I, J a štítové zavětrovací stěny mezi osami A, E a I, J, které jsou vetknuté do sloupů a spojeny průvlaky v patrech.

Zatížení vlastní tíhou je vypočteno v programu Scia Engineer, kde jsem zhotovila 3D model budovy. Ostatní stálá zatížení jsou převzata z projektové dokumentace sanace sloupů.

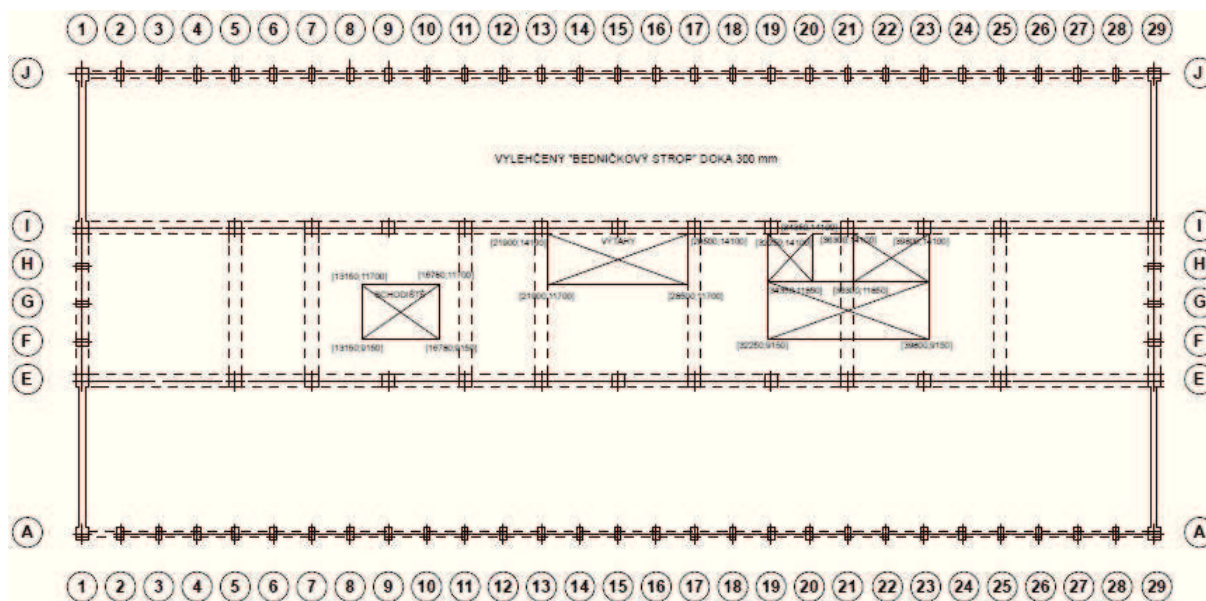
Podle projektové dokumentace je také uvažováno užité zatížení jednotně $1,5 \text{ kN/m}^2$ pro všechna podlaží vyjma 1. a 2. NP, kde je hodnota vyšší, tj. $2,5 \text{ kN/m}^2$ pro shromažďovací prostory. Síly od větru jsou vygenerovány programem Scia Engineer.



Obr. 1.1 – Schéma 1. PP



Obr. 1.2 – Schéma 1. NP



Obr. 1.3 – Schéma 3. NP

3. Výpočet únosnosti železobetonových sloupů

Výpočet únosnosti sloupů je proveden podle ČSN EN 1991-1-1 [1], podle ČSN EN 1992-1-1 [3] a Navrhování betonových konstrukcí 1 [6].

Návrhová hodnota pevnosti betonu v tlaku.

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} f_{ck}}{\gamma_c} \quad [3.1]$$

- α_{cc} součinitel uvažující dlouhodobé účinky na tlakovou pevnost betonu a nepříznivé účinky ze způsobu zatížení; α_{cc} lze uvažovat v rozmezí 0,8 až 1,0, podle národní přílohy je doporučená hodnota 1,0 [-];
- γ_c součinitel spolehlivosti betonu [-];
- f_{ck} charakteristická hodnota pevnosti betonu v tlaku [MPa].

Hodnoty součinitele spolehlivosti betonu dle EN 1992 – 1 – 1.

- trvalá a dočasná návrhová situace $\gamma_c = 1,5;$
- mimořádná návrhová situace $\gamma_c = 1,2;$

- návrh na účinky požáru (dle EN 1992 – 1 – 2) $\gamma_c = 1,0$.

Za předpokladu rovnoměrného rozdělení napětí betonu v tlačené oblasti na mezním stavu únosnosti uvažujeme rovnoměrné rozdělení tlakového napětí na účinné výšce tlačené oblasti.

- pro $f_{ck} \leq 50$ MPa $\eta = 1,0; \lambda = 0,8$;
- pro $50 < f_{ck} \leq 90$ MPa $\eta = 1,0 - (f_{ck} - 50) / 200; \lambda = 0,8 - (f_{ck} - 50) / 200$.

Návrhová hodnota pevnosti výztuže v tahu i v tlaku.

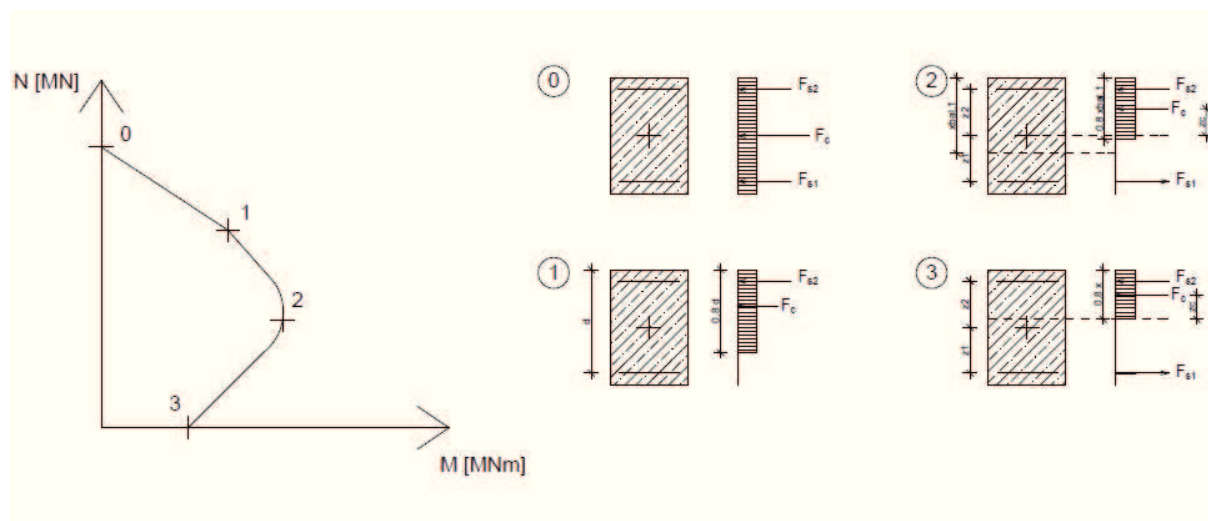
$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} \quad [3.2]$$

γ_s	součinitel spolehlivosti výztuže [-];
f_{yk}	charakteristická hodnota pevnosti výztuže v tahu i v tlaku [MPa];
f_{yd}	návrhová hodnota pevnosti výztuže v tahu i v tlaku [MPa].

Doporučené hodnoty γ_s v mezních stavech únosnosti.

- trvalá a dočasná návrhová situace $\gamma_s = 1,15$;
- mimořádná návrhová situace $\gamma_s = 1,0$;
- návrh na účinky požáru (dle EN 1992 – 1 – 2) $\gamma_s = 1,0$.

Pokud je průřez namáhán normálovou silou a ohybovým momentem, lze hodnoty mezní únosnosti průřezu vyjádřit pomocí interakčního diagramu (viz Obr. 3.1). Interakční diagram je křivka mezní únosnosti průřezu vynesena v osách x a y, kde x-ový směr jsou ohybové momenty a y-ový směr normálové síly.



Obr. 3.1 – Interakční diagram

Výpočet hodnot mezní únosnosti průřezu při rovnoměrném rozdělení přetvoření v tlačeném betonu po celé výšce průřezu pro bod 0.

$$N_{Rd0} = F_c + F_s = b h \eta f_{cd} + (A_{s1} + A_{s2}) \sigma_s \quad [3.3]$$

$$M_{Rd0} = A_{s2} \sigma_s z_2 - A_{s1} \sigma_s z_1 \quad [3.4]$$

σ_s	napětí ve výztuži při rovnoměrném přetvoření tlačeného betonu ($\sigma_s = f_{yd} \leq 400$ MPa) [MPa];
F_c	síla, kterou působí beton [kN];
F_s	síla, kterou působí výztuž [kN];
b	šířka průřezu [m];
h	výška průřezu [m];
A_{s1}, A_{s2}	plocha výztuže [m ²];
z_1, z_2	vzdálenost těžiště výztuže od těžiště průřezu [m].

Výpočet hodnot mezní únosnosti průřezu v případě, že neutrální osa prochází těžištěm výztuže A_{s1} , není tedy namáhána a na únosnosti se podílí jen výztuž A_{s2} a tlačená část betonu. Tento případ lze znázornit bodem 1 v interakčním diagramu.

$$N_{Rd1} = F_c + F_{s2} = \lambda \eta b d f_{cd} + A_{s2} f_{yd} \quad [3.5]$$

$$M_{Rd1} = \lambda \eta b d f_{cd} 0,5 (h - \lambda d) + A_{s2} f_{yd} z_2 \quad [3.6]$$

d vzdálenost neutrální osy od horního okraje průřezu [m].

Výpočet hodnot mezní únosnosti průřezu v případě, že neutrální osa leží ve vzdálenosti $x_{bal,1}$ od horního okraje průřezu. Tento případ lze znázornit bodem 2 v interakčním diagramu.

$$N_{Rd2} = F_c + F_{s2} - F_{s1} = \lambda \eta b x_{bal,1} f_{cd} + A_{s2} f_{yd} - A_{s1} f_{yd} \quad [3.7]$$

$$M_{Rd2} = \lambda \eta b x_{bal,1} f_{cd} 0,5 (h - \lambda x_{bal,1}) + A_{s1} f_{yd} z_1 + A_{s2} f_{yd} z_2 \quad [3.8]$$

$$x_{bal,1} = \frac{700}{700 + f_{yd}} d \quad [3.9]$$

Výpočet hodnot mezní únosnosti průřezu při namáhání ohybem, výztuž tažená A_{s1} , výztuž tlačená A_{s2} . Tento případ lze znázornit bodem 3 v interakčním diagramu.

$$N_{Rd2} = F_c + F_{s2} - F_{s1} = \lambda \eta b x f_{cd} + A_{s2} f_{yd} - A_{s1} f_{yd} \quad [3.10]$$

$$M_{Rd2} = \lambda \eta b d f_{cd} 0,5 (h - \lambda x) + A_{s1} f_{yd} z_1 + A_{s2} f_{yd} z_2 \quad [3.11]$$

4. Výpočet požární odolnosti železobetonových sloupů

4.1 Požární odolnost

Podle Navrhování betonových konstrukcí 1 [6] musí být z hlediska požární bezpečnosti v každém objektu navrženy konstrukce zabráňující šíření požáru po určitou dobu. Navrhované konstrukční prvky musí také odolávat teplotám při požáru, aby si zachovaly svou funkci.

Jedním z požadavků na konstrukce je požární odolnost. Pro zjištění vlastností stavebních konstrukcí při požáru se stanovuje požární odolnost, což je doba, po kterou jsou konstrukce schopny odolávat požáru. Stanovuje se zpravidla dle nominálních teplotních křivek uvedených v Eurokódech.

Připouštějí se tři výpočtové způsoby posuzování stavebních konstrukcí:

- návrh celé konstrukce;
- návrh částí konstrukce;
- návrh prvků konstrukce.

Nominální teplotní křivky zachycují pouze rozvoj teploty v požárním úseku. Používají se k ověřování požární odolnosti.

- *normová teplotní křivka* - používá se ke stanovení požární odolnosti stavebních prvků. Neodráží proměnné prostředí po celkovém vzplanutí;
- *uhlovodíková křivka* - simuluje požáry s rychlým nárůstem intenzity, reprezentuje plně rozvinuté požáry hořlavých kapalin;
- *křivka vnějšího požáru* - užívá se při posuzování tepelného zatížení konstrukčních prvků, které jsou umístěny vně objektu.

Parametrické teplotní křivky jsou řízené odvětráním, různou hustotu požárního zatížení a různými fyzikálními vlastnostmi konstrukcí, které ohraničují požární úseky. Rovnice pro jejich určení vznikly na základě rovnice tepelné rovnováhy. Popisují také ochlazovací fázi požáru.

Beton je nehořlavý materiál, ale při účinku vysokých teplot se zmenšuje jeho pevnost a pevnost betonářské výztuže. Je také narušena celistvost betonu a soudržnost betonu i betonářské výztuže. Při požáru dochází v betonu k fyzikálním i chemickým změnám. Pokud dojde k poklesu pevnosti betonu, nenabude již po odeznění teplotního působení původních hodnot. Únosnost železobetonových prvků je zajištěna spolupůsobením betonu a ocelové výztuže, která je chráněna krycí vrstvou betonu. Při vyšších teplotách je ovlivněna soudržnost, to je dáno jinými součiniteli teplotní roztažnosti.

4.2 Metodika navrhování

Výpočet požární odolnosti je proveden dle normy ČSN EN 1992-1-2 [4], literatury Požární odolnost stavebních konstrukcí [5] a Navrhování betonových konstrukcí 1 [6].

Návrhové hodnoty mechanických materiálových vlastností při požáru.

$$X_{d,fi} = \frac{k_{\theta} X_k}{\gamma_{M,fi}} \quad [4.2.1]$$

X_k	charakteristická hodnota za normální teploty;
$\gamma_{M, fi}$	součinitel spolehlivosti při požární situaci [-];
k_{θ}	redukční součinitel závislý na teplotě materiálu [-].

Návrhové hodnoty teplotních vlastností s přihlédnutím k jejich vlivu z hlediska bezpečnosti.

$$X_{d,fi} = \frac{X_{k,\theta}}{\gamma_{M,fi}} \quad \text{nebo} \quad X_{d,fi} = \gamma_{M,fi} X_{k,\theta} \quad [4.2.2]$$

$X_{k, fi}$	charakteristická hodnota – obecně závislá na teplotě;
$\gamma_{M, fi}$	součinitel spolehlivosti při požární situaci [-].

Pro mechanické a tepelné vlastnosti je doporučená hodnota $\gamma_{M, fi} = 1,0$.

Podmínka spolehlivosti pro příslušnou dobu požárního vystavení.

$$E_{d,fi} \leq R_{d,t,fi} \quad [4.2.3]$$

$E_{d, fi}$	návrhový účinek zatížení včetně vlivu teplotní roztažnosti a deformace [MN];
$R_{d, t, fi}$	odpovídající návrhová únosnost při požární situaci [MN].

Zjednodušený výpočet účinků zatížení pro čas $t = 0$ při běžné teplotě.

$$E_{d,fi} = \eta_{fi} E_d \quad [4.2.4]$$

E_d	návrhová hodnota síly nebo momentu při běžné teplotě (20°C) [MN];
η_{fi}	redukční součinitel pro úroveň zatížení při požární situaci [-].

Redukční součinitel pro kombinaci zatížení podle vztahu:

$$\eta_{fi} = \frac{G_k + \psi_{fi} Q_{k,1}}{\gamma_G G_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}} \quad [4.2.5]$$

Nebo jako menší z následujících hodnot ze vztahů:

$$\eta_{fi} = \frac{G_k + \psi_{fi} Q_{k,1}}{\gamma_G G_k + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}} \quad [4.2.6]$$

$$\eta_{fi} = \frac{G_k + \psi_{fi} Q_{k,1}}{\xi \gamma_G G_k + \gamma_{Q,1} Q_{k,1}} \quad [4.2.7]$$

$Q_{k,1}$	hlavní proměnné zatížení;
G_k	charakteristická hodnota stálého zatížení;
γ_G	součinitel spolehlivosti stálého zatížení [-];
$\gamma_{Q,1}$	součinitel spolehlivosti pro hlavní proměnné zatížení [-];
ψ_{fi}	kombinační součinitel uvažovaný hodnotou $\psi_{1,1}$ či $\psi_{2,1}$ podle EN 1992 – 1 – 2 [-];
ξ	redukční součinitel nepříznivého stálého zatížení, $\xi = 0,85$ [-];
η_{fi}	redukční součinitel v závislosti na poměru $Q_{k,1} / G_k$ (zjednodušeně $\eta_{fi} = 0,7$) [-].

4.3 Teplotní a fyzikální vlastnosti betonu a výztuže

Pro výpočet teplotních polí v programu ANSYS je potřeba znát některé vlastnosti betonu, dle Navrhování betonových konstrukcí 1 [6].

Specifické teplo suchého betonu se určí ze vztahů:

- pro $20^\circ\text{C} \leq \theta \leq 100^\circ\text{C}$ $c_{p\theta} = 900$ [J/kg K];
 - pro $100^\circ\text{C} \leq \theta \leq 200^\circ\text{C}$ $c_{p\theta} = 900 + (\theta - 100)$ [J/kg K];
- [4.3.1]

- pro $200^{\circ}\text{C} \leq \theta \leq 400^{\circ}\text{C}$ $c_{p\theta} = 1000 + (\theta-200)/2$ [J/kg K]; [4.3.2]
- pro $400^{\circ}\text{C} \leq \theta \leq 1200^{\circ}\text{C}$ $c_{p\theta} = 1100$ [J/kg K].

θ teplota betonu [$^{\circ}\text{C}$];
 $c_{p\theta}$ specifické teplo betonu [J/kg K].

Teplotní vodivost betonu pro $20^{\circ}\text{C} \leq \theta \leq 1200^{\circ}\text{C}$

- horní mez $\lambda_c = 2 - 0,2451(\theta/100) + 0,0107(\theta/100)^2$ [W/m K]; [4.3.3]
- dolní mez $\lambda_c = 1,36 - 0,136(\theta/100) + 0,0057(\theta/100)^2$ [W/m K]. [4.3.4]

λ_c teplotní vodivost betonu [W/m K].

4.4 Zónová metoda

Podle literatury Požární odolnost stavebních konstrukcí [5] se pomocí zónové metody vyloučí z betonového průřezu šířka, která za teploty v konkrétním čase již nespoleupůsobí a zbylému betonu se přiřadí pevnost, která závisí na teplotě. Lze ji použít pouze za předpokladu normové teplotní křivky. Je pracnější než metoda izotermy 500, ale pro tlačené prvky je přesnější.

Průřez se rozdělí na více než 3 zóny stejné tloušťky, v každé z nich se stanoví střední teplota a odpovídající střední pevnost v tlaku. Pomocí těchto údajů lze stanovit zónu poškozeného betonu.

Součinitel redukce pevnosti betonu.

$$k_{cm} = \frac{\left(1 - \frac{0,2}{n}\right)}{n} \sum_{i=1}^n k_c(\theta_i) \quad [4.3.5]$$

$$k_c(\theta_i) = \frac{f_{c\theta}}{f_{ck}} \quad [4.3.6]$$

k_{cm} součinitel redukce pevnosti betonu [-];
 θ teplota betonu [$^{\circ}\text{C}$];

n	počet zón v šířce w [ks];
w	polovina šířky sloupu [m];
$k_c(\theta_i)$	součinitel redukce pro beton při teplotě θ [-] (viz. Tab. 4.4.1);
f_{ck}	charakteristická pevnost betonu v tlaku při normální teplotě [MPa];
$f_{c\theta}$	pevnost betonu v tlaku při teplotě θ [MPa].

Teplota betonu [°C]	Silikátové kamenivo			Vápencové kamenivo		
	$f_{c\theta}/f_{ck}$	$\epsilon_{cl,\theta}$	$\epsilon_{cm,\theta}$	$f_{c\theta}/f_{ck}$	$\epsilon_{cl,\theta}$	$\epsilon_{cm,\theta}$
20	1,00	0,0025	0,0200	1,00	0,0025	0,0200
100	1,00	0,0040	0,0225	1,00	0,0040	0,0225
200	0,95	0,0055	0,0250	0,97	0,0055	0,0250
300	0,85	0,0070	0,0275	0,91	0,0070	0,0275
400	0,75	0,0100	0,0300	0,85	0,0100	0,0300
500	0,60	0,0500	0,0325	0,74	0,0500	0,0325
600	0,45	0,0250	0,0350	0,60	0,0250	0,0350
700	0,30	0,0250	0,0375	0,43	0,0250	0,0375
800	0,15	0,0250	0,0400	0,27	0,0250	0,0400
900	0,08	0,0250	0,0425	0,15	0,0250	0,0425
1000	0,04	0,0250	0,0450	0,06	0,0250	0,0450
1100	0,00	0,0250	0,0475	0,00	0,0250	0,0475

Tabulka 4.4.1 – Hodnoty hlavních parametrů pracovního diagramu normálního betonu se silikátovým a vápencovým kamenivem při zvýšené teplotě (dle literatury [5]).

Šířka poškozené části průřezu pro sloupy.

$$a_z = w \left[1 - \left(\frac{k_{cm}}{k_c(\theta_M)} \right)^{1,3} \right] \quad [4.3.7]$$

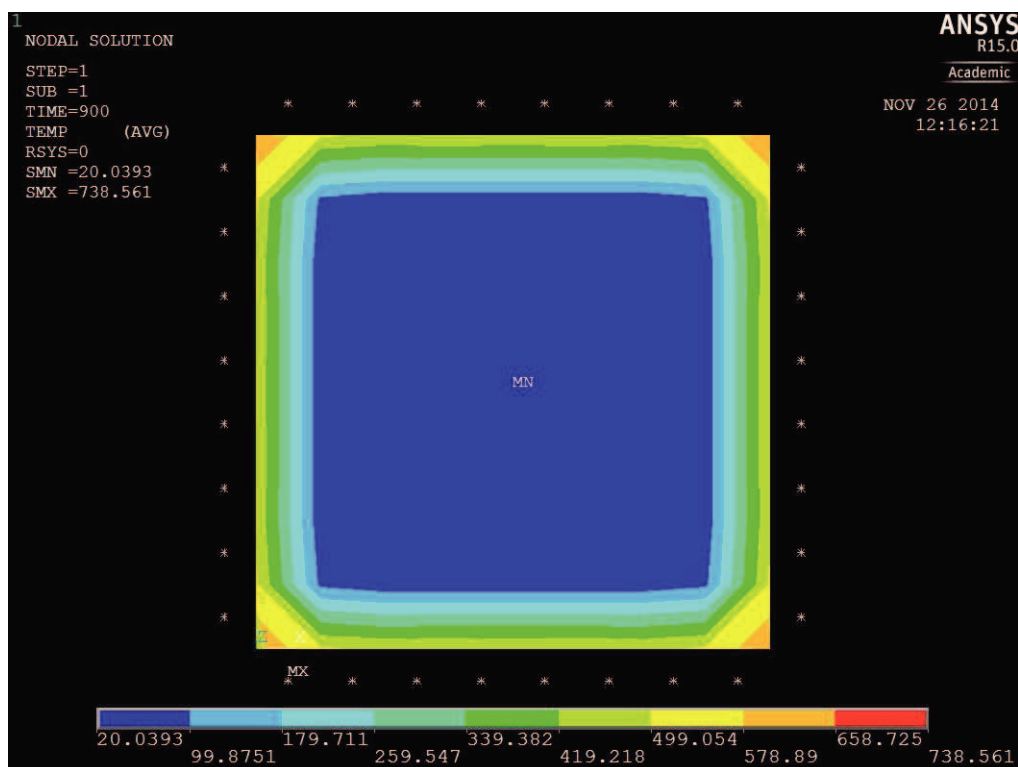
a_z šířka poškozené části průřezu pro sloupy [m].

Pro sloupy ohříváné ze tří nebo čtyř stran se redukce průřezu provádí v horizontálním i vertikálním směru. Únosnost průřezu se potom určí jako při běžné teplotě. Únosnost výztuže se započítává, i kdyby ležela v nespoleupůsobící části průřezu. Její pevnost se redukuje v závislosti na teplotě.

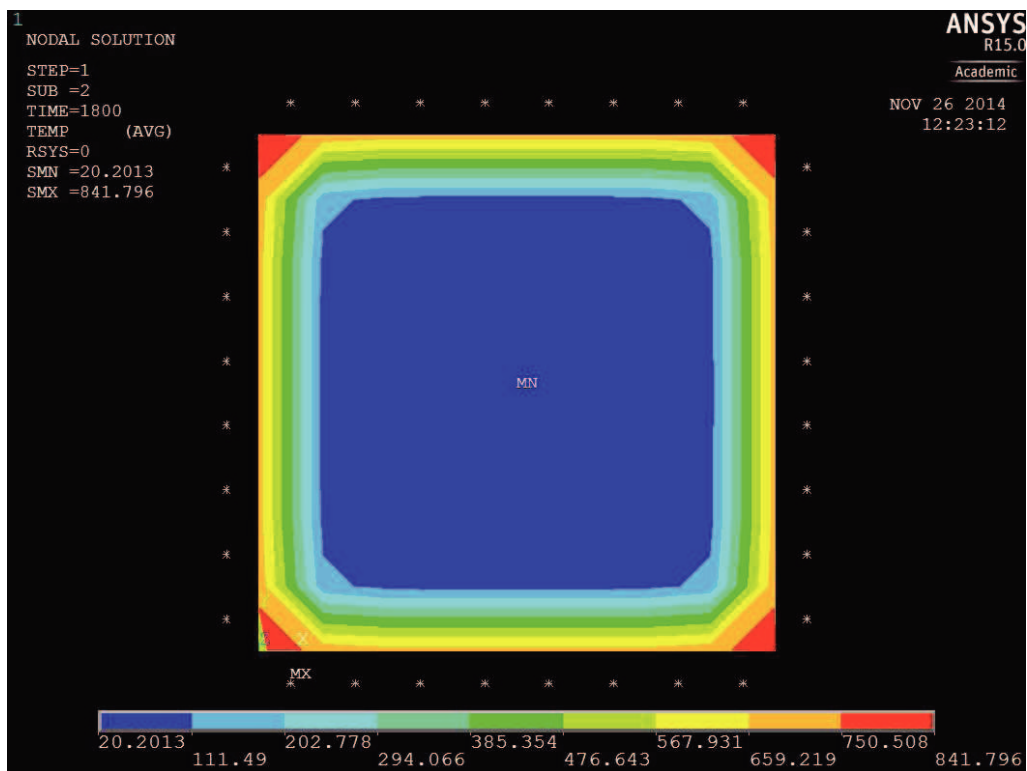
4.5 Vlastní výpočet požární odolnosti

Výpočet pomocí zónové metody proběhl podle normy ČSN EN 1992-1-2 [4], literatury Požární odolnost stavebních konstrukcí [5] a Navrhování betonových konstrukcí 1 [6].

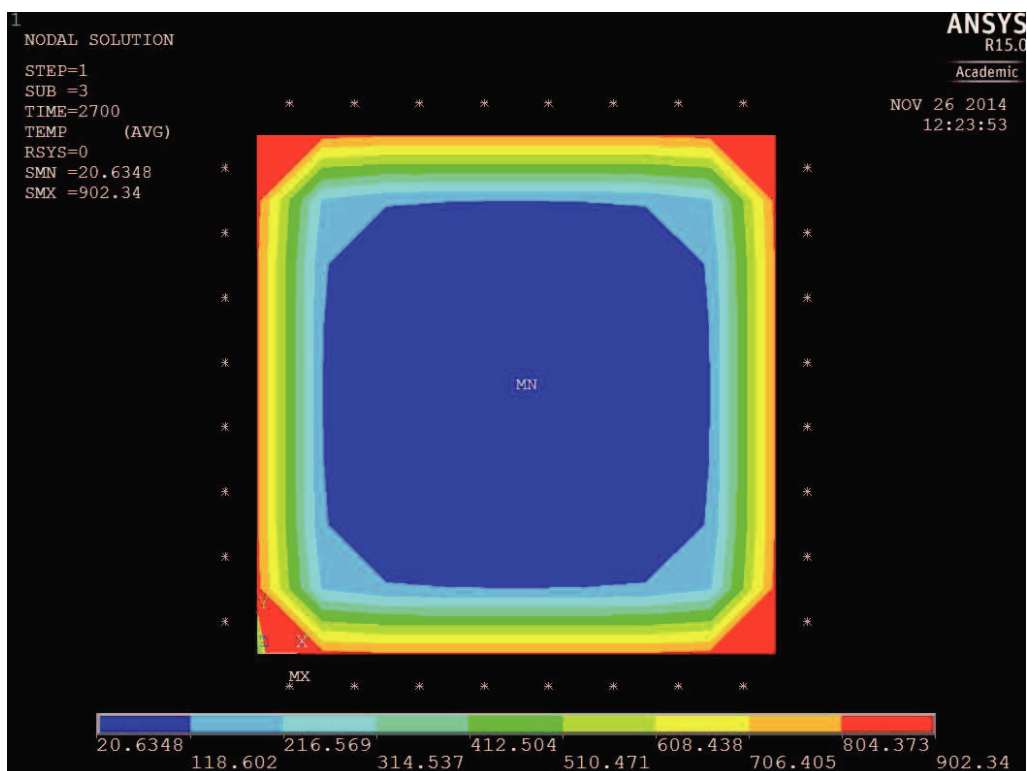
Průřez každého sloupu je rozdělen na 4 zóny tloušťky $w/4$, kde w je polovina šířky b . V každé zóně se stanovila střední teplota pomocí teplotních polí, které byly vypočítány pomocí programu ANSYS. Výpočet byl nastaven po 15 minutách (900 sekundách), aby bylo možno stanovit střední teplotu v každé zóně v požadovaných požárních odolnostech (R15, R30, R45, R60, R90, R120, R180). Změny teplot ve sloupu průřezu 600x600 mm při uvažování normové teplotní křivky jsou znázorněny na následujících obrázcích.



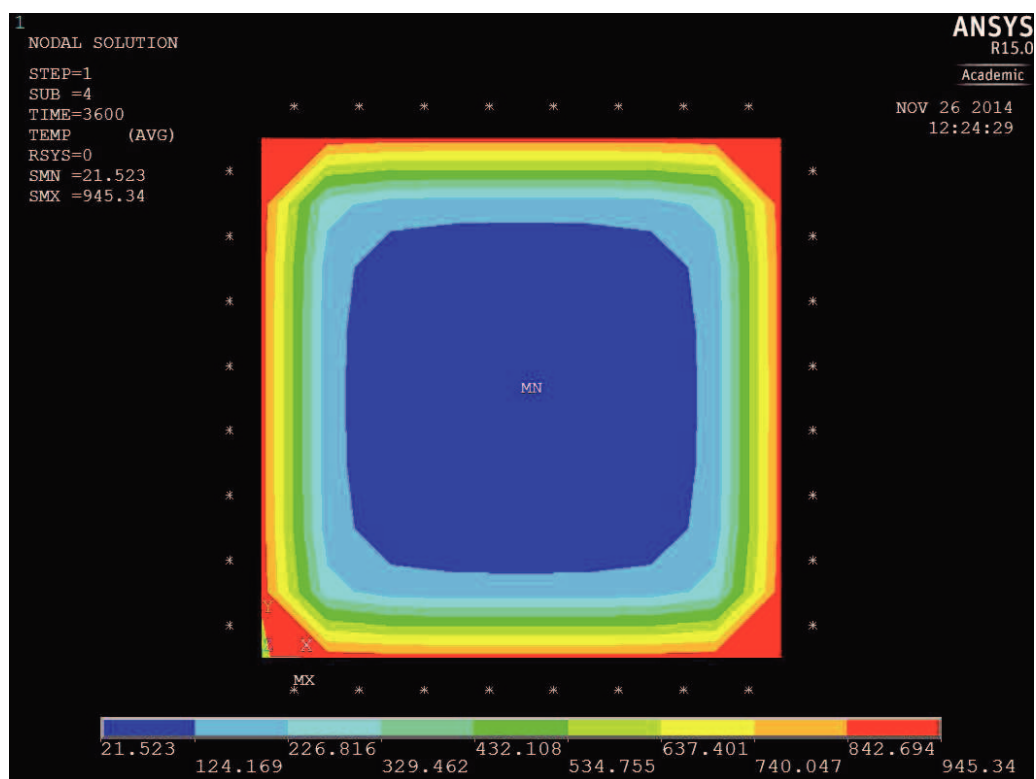
Obr. 4.5.1 – Teploty v průřezu sloupu 600x600 mm ($t = 15$ min).



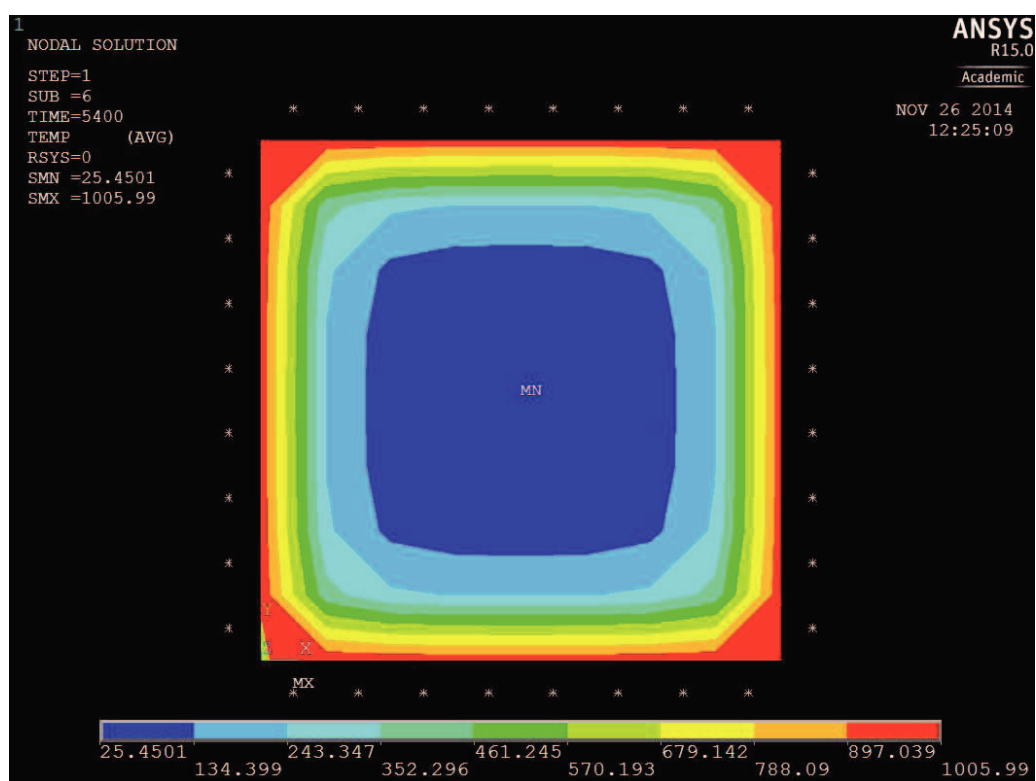
Obr. 4.5.2 – Teploty v průřezu sloupu 600x600 mm ($t = 30$ min).



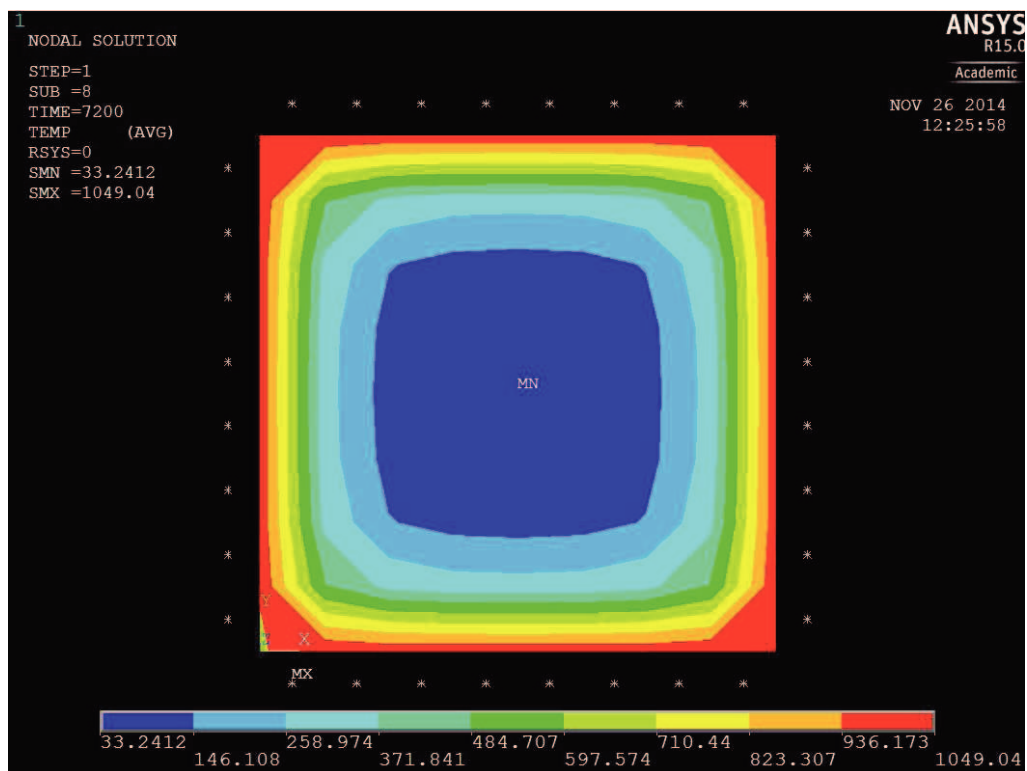
Obr. 4.5.3 – Teploty v průřezu sloupu 600x600 mm ($t = 45$ min).



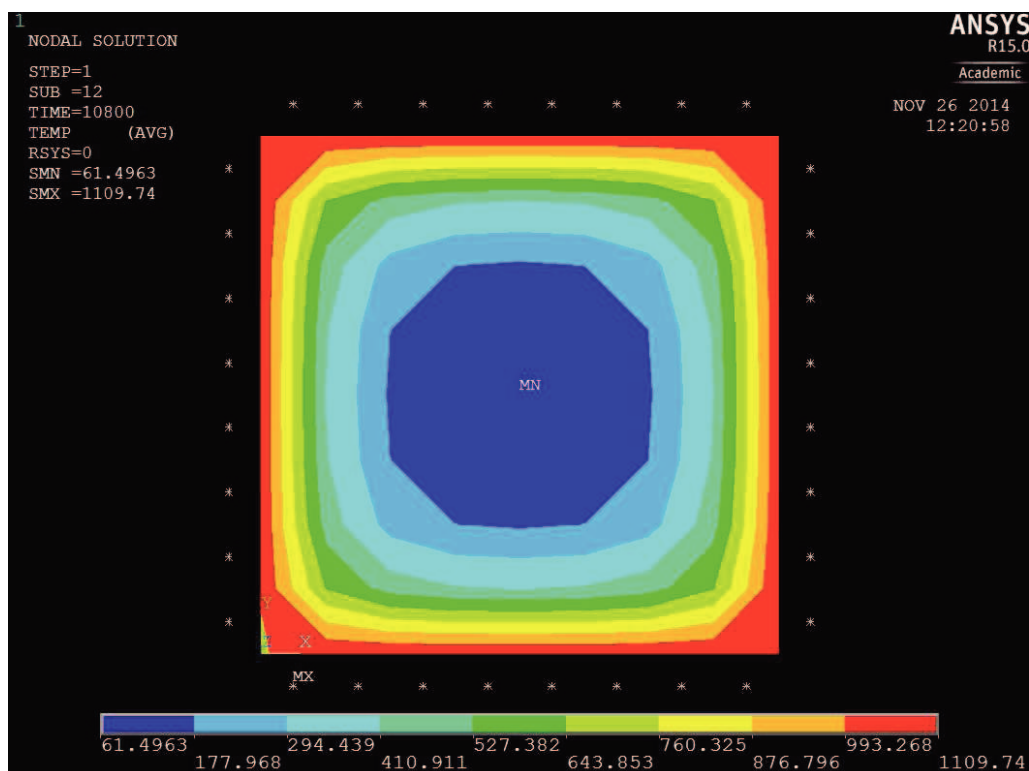
Obr. 4.5.4 – Teploty v průřezu sloupu 600x600 mm ($t = 60$ min).



Obr. 4.5.5 – Teploty v průřezu sloupu 600x600 mm ($t = 90$ min).

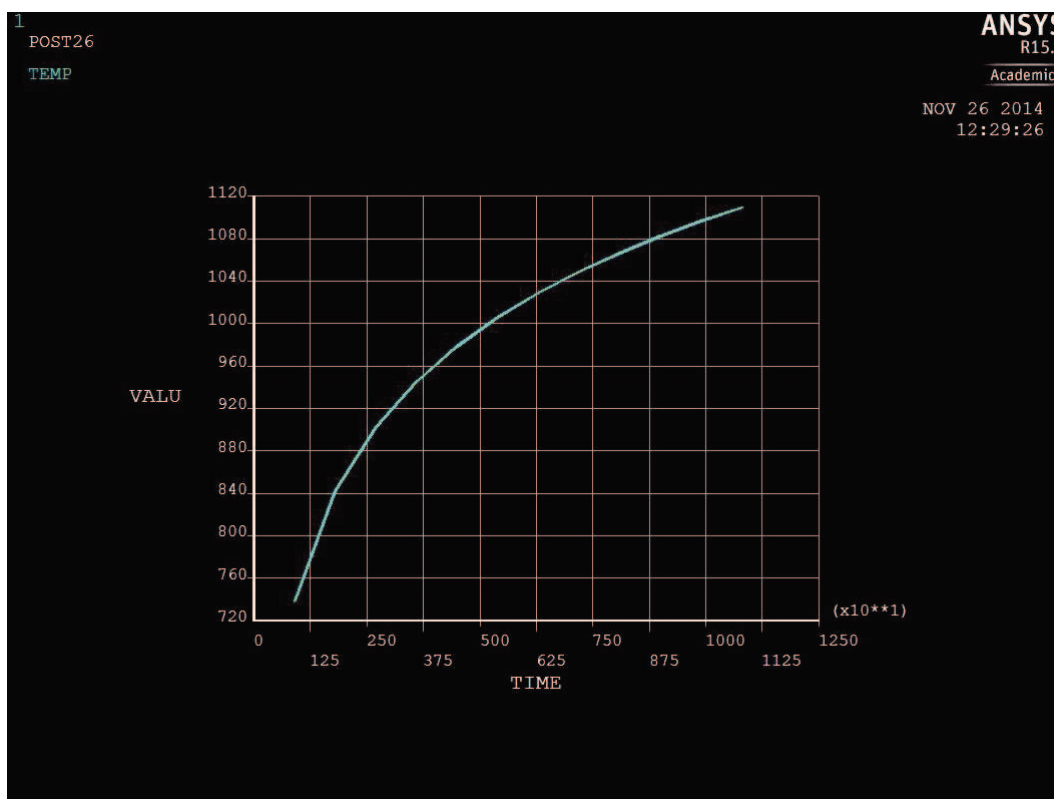


Obr. 4.5.6 – Teploty v průřezu sloupu 600x600 mm ($t = 120$ min).



Obr. 4.5.7 – Teploty v průřezu sloupu 600x600 mm ($t = 180$ min).

Pro kontrolu správnosti vývoje teploty podle normové teplotní křivky jsou kontrolovány teploty v bodech mimo průřez v čase od 15 do 180 minut (Obr. 4.5.8).



Obr. 4.5.8 – Vývoj teploty podle normové teplotní křivky ($t = 15 - 180$ min).

Ke každé teplotě v zónách v určitém čase je přiřazen příslušný redukční součinitel pro beton podle Tabulky 4.1.1. Poté je stanoven střední součinitel redukce pro průřez sloupu a součinitel redukce pro střed průřezu, aby bylo možné určit šířku poškozené zóny a následně redukované rozměry průřezu. Stanoví se také teplota výztužných prutů a příslušná pevnost výztuže. Pomocí těchto redukovaných charakteristik se postupuje stejně, jako při určování únosnosti sloupů při normální teplotě. Zhotoví se tedy interakční diagramy v jednotlivých časech a podle nich se určí požární odolnost jednotlivých sloupů.

Pro srovnání únosností pomocí interakčních diagramů jsou vybrány nejvíce namáhané sloupy každého průřezu v jednotlivých podlažích. Výpočet únosnosti, požární odolnosti těchto sloupů a porovnání změn v únosnosti v časech jsou vyobrazeny v následujících tabulkách a grafech.

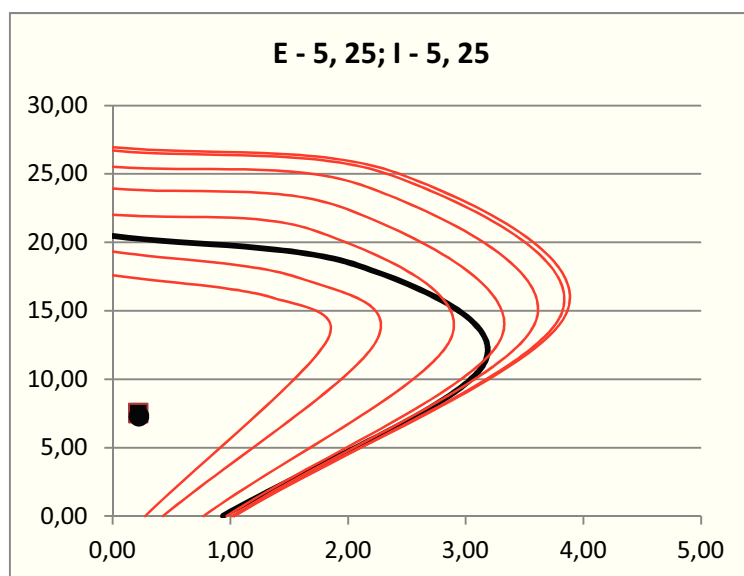
4.6 Výpočet únosnosti – 1.PP

VÝPOČET ÚNOSNOSTI SLOUPŮ V 1. PP

průřez	b	h	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd}	z ₁	z ₂	N _{RD0}	f _{yd}	a
E - 5, 25; I - 5, 25	1,20	0,80	0,76	34,37	34,37	23,33	0,36	0,36	20,46	370,00	0,04
E - 1, 29; I - 1, 29	0,90	0,60	0,56	29,46	29,46	23,33	0,26	0,26	12,26	370,00	0,04
A - 5, 25	0,60	0,60	0,56	12,56	12,56	23,33	0,26	0,26	7,65	370,00	0,04
E - 3, 27; I - 3, 27	0,40	0,60	0,56	3,39	3,39	23,33	0,26	0,26	4,73	370,00	0,04
t = 15 min	b _{n,15}	h _{n,15}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,n,15}	z ₁	z ₂	N _{RD0,n,15}	f _{yd,n,15}	a
E - 5, 25; I - 5, 25	1,15	0,75	0,73	34,37	34,37	35,00	0,36	0,36	26,95	420,00	0,04
E - 1, 29; I - 1, 29	0,85	0,55	0,54	29,46	29,46	35,00	0,26	0,26	15,73	420,00	0,04
A - 5, 25	0,55	0,55	0,54	12,56	12,56	35,00	0,26	0,26	9,67	420,00	0,04
E - 3, 27; I - 3, 27	0,37	0,57	0,55	3,39	3,39	35,00	0,26	0,26	6,29	420,00	0,04
t = 30 min	b _{n,30}	h _{n,30}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,n,30}	z ₁	z ₂	N _{RD0,n,30}	f _{yd,n,30}	a
E - 5, 25; I - 5, 25	1,14	0,74	0,73	34,37	34,37	35,00	0,36	0,36	26,71	420,00	0,04
E - 1, 29; I - 1, 29	0,84	0,54	0,53	29,46	29,46	35,00	0,26	0,26	15,18	420,00	0,04
A - 5, 25	0,54	0,54	0,53	12,56	12,56	35,00	0,26	0,26	9,33	420,00	0,04
E - 3, 27; I - 3, 27	0,35	0,55	0,53	3,39	3,39	35,00	0,26	0,26	5,67	420,00	0,04
t = 45 min	b _{n,45}	h _{n,45}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,n,45}	z ₁	z ₂	N _{RD0,n,45}	f _{yd,n,45}	a
E - 5, 25; I - 5, 25	1,12	0,72	0,72	34,37	34,37	35,00	0,36	0,36	25,53	420,00	0,04
E - 1, 29; I - 1, 29	0,82	0,52	0,52	29,46	29,46	35,00	0,26	0,26	14,48	420,00	0,04
A - 5, 25	0,53	0,53	0,52	12,56	12,56	35,00	0,26	0,26	8,86	420,00	0,04
E - 3, 27; I - 3, 27	0,33	0,53	0,53	3,39	3,39	35,00	0,26	0,26	5,27	392,28	0,04
t = 60 min	b _{n,60}	h _{n,60}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,n,60}	z ₁	z ₂	N _{RD0,n,60}	f _{yd,n,60}	a
E - 5, 25; I - 5, 25	1,09	0,69	0,69	34,37	34,37	35,00	0,36	0,36	23,94	420,00	0,04
E - 1, 29; I - 1, 29	0,79	0,49	0,49	29,46	29,46	35,00	0,26	0,26	12,94	339,61	0,04
A - 5, 25	0,51	0,51	0,51	12,56	12,56	35,00	0,26	0,26	8,11	383,04	0,04
E - 3, 27; I - 3, 27	0,32	0,52	0,52	3,39	3,39	35,00	0,26	0,26	4,81	279,43	0,04
t = 90 min	b _{n,90}	h _{n,90}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,n,90}	z ₁	z ₂	N _{RD0,n,90}	f _{yd,n,90}	a
E - 5, 25; I - 5, 25	1,06	0,66	0,66	34,37	34,37	35,00	0,36	0,36	22,02	348,85	0,04
E - 1, 29; I - 1, 29	0,77	0,47	0,47	29,46	29,46	35,00	0,26	0,26	11,55	252,08	0,04
A - 5, 25	0,49	0,49	0,49	12,56	12,56	35,00	0,26	0,26	7,42	326,30	0,04
E - 3, 27; I - 3, 27	0,29	0,49	0,49	3,39	3,39	35,00	0,26	0,26	4,16	190,34	0,04
t = 120 min	b _{n,120}	h _{n,120}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,n,120}	z ₁	z ₂	N _{RD0,n,120}	f _{yd,n,120}	a
E - 5, 25; I - 5, 25	1,02	0,62	0,58	34,37	34,37	35,00	0,36	0,36	19,32	216,93	0,04
E - 1, 29; I - 1, 29	0,74	0,44	0,44	29,46	29,46	35,00	0,26	0,26	10,07	133,90	0,04
A - 5, 25	0,44	0,44	0,40	12,56	12,56	35,00	0,26	0,26	5,90	194,38	0,04
E - 3, 27; I - 3, 27	0,26	0,46	0,46	3,39	3,39	35,00	0,26	0,26	3,47	88,03	0,04
t = 180 min	b _{n,180}	h _{n,180}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,n,180}	z ₁	z ₂	N _{RD0,n,180}	f _{yd,n,180}	a
E - 5, 25; I - 5, 25	1,00	0,60	0,56	34,37	34,37	35,00	0,36	0,36	17,60	145,99	0,04
E - 1, 29; I - 1, 29	0,72	0,42	0,38	29,46	29,46	35,00	0,26	0,26	8,81	80,47	0,04
A - 5, 25	0,36	0,36	0,32	12,56	12,56	35,00	0,26	0,26	3,73	31,08	0,04
E - 3, 27; I - 3, 27	0,22	0,42	0,38	3,39	3,39	35,00	0,26	0,26	2,68	8,57	0,04

4.7 1.PP - E – 5 , 25; I – 5, 25

$\theta_i(t)$ [°C]	w =	400,00 mm				θ_M						
	Zóna	1	2	3	4	20,00						
	Souř. [mm]	50,00	150,00	250,00	350,00	20,00						
	t = 15 min	85,00	24,00	20,00	20,00	20,00						
	t = 30 min	162,00	27,00	20,00	20,00	20,00						
	t = 45 min	238,00	34,00	21,00	20,00	20,00						
	t = 60 min	307,00	44,00	22,00	20,00	21,00						
	t = 90 min	423,00	67,00	25,00	21,00	24,00						
	t = 120 min	515,00	100,00	31,00	21,00	M (střed)						
	t = 180 min	649,00	162,00	48,00	25,00	VÝZTUŽ						
k_c (θ_i)					$\Sigma k_c(\theta_i)$	k_{cm}	$k_c(\theta_M)$	a_x [m]	a =	40,00 mm		
	t = 15 min	1,00	1,00	1,00	1,00	4,00	0,95	1,00	0,03	t = 15 min	85,00	1,00
	t = 30 min	0,98	1,00	1,00	1,00	3,98	0,95	1,00	0,03	t = 30 min	162,00	1,00
	t = 45 min	0,89	1,00	1,00	1,00	3,89	0,92	1,00	0,04	t = 45 min	238,00	1,00
	t = 60 min	0,76	1,00	1,00	1,00	3,76	0,89	1,00	0,06	t = 60 min	307,00	1,00
	t = 90 min	0,63	1,00	1,00	1,00	3,63	0,86	1,00	0,07	t = 90 min	423,00	0,83
	t = 120 min	0,47	1,00	1,00	1,00	3,47	0,82	1,00	0,09	t = 120 min	515,00	0,52
	t = 180 min	0,37	0,98	1,00	1,00	3,35	0,80	1,00	0,10	t = 180 min	649,00	0,35



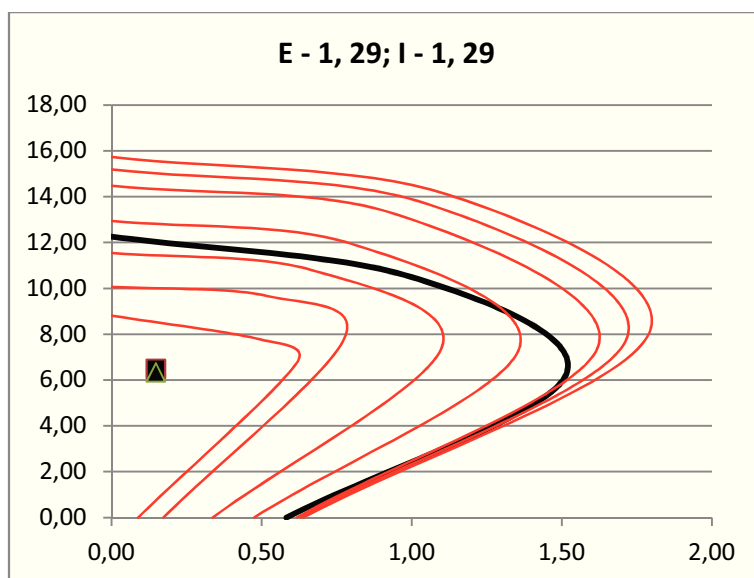
Vnitřní síly

R180

$N_{ed,fi} =$	7,52 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,22 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,22 MN	$N_{přisl,fi} =$	7,29 MNm

4.8 1.PP - E – 1, 29; I – 1, 29

$\theta_i(t)$ [°C]	w =	300,00 mm								θ_M			
	Zóna	1	2	3	4					20,00			
	Souř. [mm]	37,50	112,50	187,50	262,50					20,00			
	t = 15 min	123,00	27,00	21,00	20,00					20,00			
	t = 30 min	234,00	40,00	22,00	20,00					21,00			
	t = 45 min	331,00	59,00	25,00	21,00					23,00			
	t = 60 min	413,00	81,00	29,00	21,00					27,00			
	t = 90 min	542,00	130,00	41,00	24,00					43,00			
	t = 120 min	637,00	180,00	58,00	30,00					M (střed)			
	t = 180 min	768,00	274,00	99,00	48,00	$\Sigma k_c(\theta_i)$	k_{cm}	$k_c(\theta_M)$	a_z [m]	VÝZTUŽ			
$k_c(\theta_i)$										a =	40,00	mm	
	t = 15 min	0,96	1,00	1,00	1,00	3,96	0,94	1,00	0,02	t = 15 min	123,00	1,00	
	t = 30 min	0,88	1,00	1,00	1,00	3,88	0,92	1,00	0,03	t = 30 min	234,00	1,00	
	t = 45 min	0,78	1,00	1,00	1,00	3,78	0,90	1,00	0,04	t = 45 min	331,00	1,00	
	t = 60 min	0,62	1,00	1,00	1,00	3,62	0,86	1,00	0,05	t = 60 min	413,00	$k_y(\theta_i)$ 0,81	
	t = 90 min	0,51	0,97	1,00	1,00	3,48	0,83	1,00	0,07	t = 90 min	542,00	0,60	
	t = 120 min	0,36	0,99	1,00	1,00	3,35	0,79	1,00	0,08	t = 120 min	637,00	0,32	
	t = 180 min	0,25	0,92	1,00	1,00	3,18	0,75	1,00	0,09	t = 180 min	768,00	0,19	



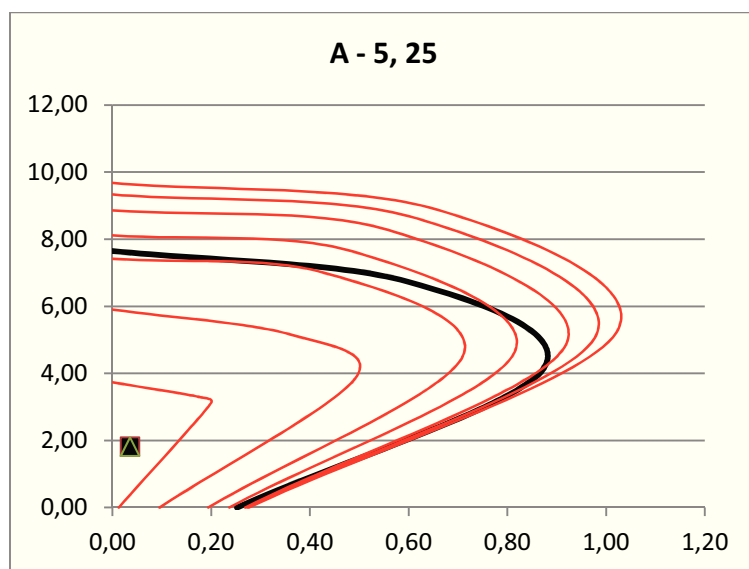
Vnitřní síly

R180

$N_{ed,fi} =$	6,49 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,15 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,15 MN	$N_{přisl,fi} =$	6,33 MNm

4.9 1.PP - A – 5, 25

$\theta_i(t)$ [°C]	w =	300,00 mm								θ_M			
	Zóna	1	2	3	4					20,00			
	Souř. [mm]	37,50	112,50	187,50	262,50					20,00			
	t = 15 min	129,00	28,00	21,00	20,00					21,00			
	t = 30 min	253,00	44,00	22,00	20,00					22,00			
	t = 45 min	366,00	68,00	26,00	21,00					25,00			
	t = 60 min	460,00	95,00	31,00	22,00					33,00			
	t = 90 min	599,00	157,00	48,00	27,00					61,00			
	t = 120 min	697,00	220,00	71,00	36,00								
k_c (θ_i)	t = 180 min	828,00	336,00	129,00	66,00	$\Sigma k_c(\theta_i)$	k_{cm}	$k_c(\theta_M)$	a_z [m]	VÝZTUŽ			
	t = 15 min	0,96	1,00	1,00	1,00	3,96	0,94	1,00	0,02	a =	40,00	mm	
	t = 30 min	0,90	1,00	1,00	1,00	3,90	0,93	1,00	0,03	t = 15 min	129,00	1,00	
	t = 45 min	0,82	1,00	1,00	1,00	3,82	0,91	1,00	0,04	t = 30 min	253,00	1,00	
	t = 60 min	0,69	1,00	1,00	1,00	3,69	0,88	1,00	0,05	t = 45 min	366,00	1,00	
	t = 90 min	0,60	0,98	1,00	1,00	3,58	0,85	1,00	0,06	t = 60 min	460,00	k_y (θ_i) 0,91	
	t = 120 min	0,45	0,87	1,00	1,00	3,32	0,79	1,00	0,08	t = 90 min	599,00	0,78	
	t = 180 min	0,10	0,79	0,96	1,00	2,85	0,68	1,00	0,12	t = 120 min	697,00	0,46	
										t = 180 min	828,00	0,07	



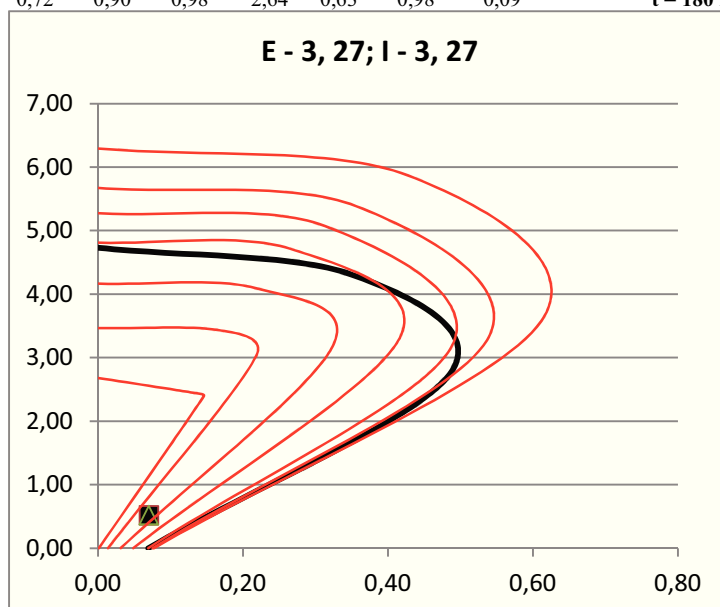
Vnitřní síly

R120

$N_{ed,fi} =$	1,81 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,04 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,04 MN	$N_{přisl,fi} =$	1,81 MNm

4.10 1.PP - E – 3, 27; I – 3, 27

$\theta_i(t)$ [°C]	w =	200,00 mm								θ_M			
	Zóna	1	2	3	4					20,00			
	Souř. [mm]	25,00	75,00	125,00	175,00					22,00			
	t = 15 min	196,00	45,00	24,00	21,00					26,00			
	t = 30 min	349,00	84,00	33,00	23,00					32,00			
	t = 45 min	470,00	130,00	47,00	28,00					52,00			
	t = 60 min	563,00	177,00	64,00	35,00					81,00			
	t = 90 min	693,00	267,00	107,00	57,00					152,00			
	t = 120 min	783,00	347,00	153,00	87,00								
	t = 180 min	901,00	480,00	248,00	161,00								
k_c (θ_i)					$\Sigma k_c(\theta_i)$	k_{cm}	$k_c(\theta_M)$	a_z [m]	VÝZTUŽ				
									$a =$	40,00	mm		
	t = 15 min	1,00	1,00	1,00	1,00	4,00	0,95	1,00	0,01	t = 15 min	196,00	1,00	
	t = 30 min	0,80	1,00	1,00	1,00	3,80	0,90	1,00	0,03	t = 30 min	349,00	1,00	
	t = 45 min	0,71	0,97	1,00	1,00	3,67	0,87	1,00	0,03	t = 45 min	470,00	0,93	
	t = 60 min	0,54	0,99	1,00	1,00	3,53	0,84	1,00	0,04	t = 60 min	563,00	k_y (θ_i) 0,67	
	t = 90 min	0,44	0,92	0,95	1,00	3,31	0,79	1,00	0,05	t = 90 min	693,00	0,45	
	t = 120 min	0,27	0,80	0,98	1,00	3,05	0,72	1,00	0,07	t = 120 min	783,00	0,21	
	t = 180 min	0,04	0,72	0,90	0,98	2,64	0,63	0,98	0,09	t = 180 min	901,00	0,02	



Vnitřní síly

R60

$N_{ed,fi} =$	0,52 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,07 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,07 MN	$N_{přisl,fi} =$	0,52 MNm

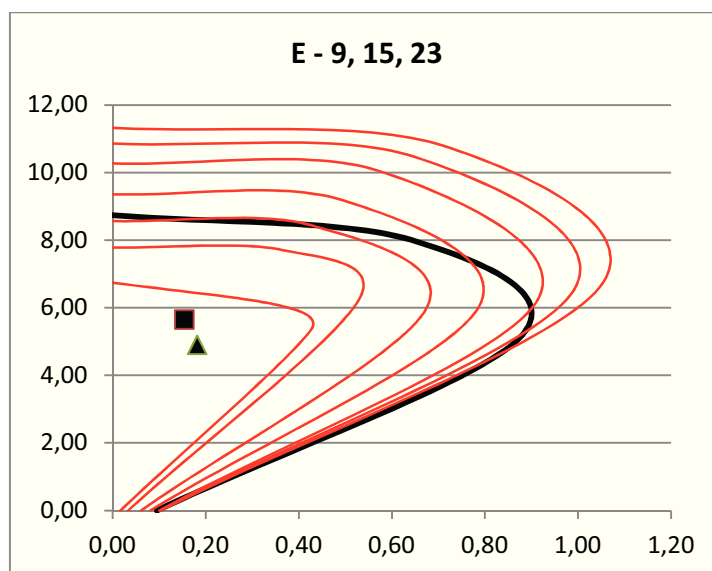
4.11 Výpočet únosnosti – 1.NP

VÝPOČET ÚNOSNOSTI SLOUPŮ V 1. NP

průřez	b	h	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd}	z ₁	z ₂	N _{RD0}	f _{vd}	a
E - 9, 15, 23	0,75	0,60	0,56	4,62	4,62	23,33	0,26	0,26	8,74	370,00	0,04
I - 15, 23	0,60	0,60	0,56	6,03	6,03	23,33	0,26	0,26	7,17	370,00	0,04
A - 1, 29; J - 1, 29	0,88	0,60	0,56	19,64	19,64	23,33	0,26	0,26	11,25	370,00	0,04
E - 5, 25; I - 5, 25	1,05	0,75	0,71	54,56	54,56	23,33	0,34	0,34	18,74	370,00	0,04
A, J - 300/600	0,30	0,60	0,56	6,28	6,28	23,33	0,26	0,26	3,82	370,00	0,04
t = 15 min	b _{f,15}	h _{f,15}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,f,15}	z ₁	z ₂	N _{RD0,f,15}	f _{vd,f,15}	a
E - 9, 15, 23	0,70	0,55	0,54	4,62	4,62	35,00	0,26	0,26	11,32	420,00	0,04
I - 15, 23	0,55	0,55	0,54	6,03	6,03	35,00	0,26	0,26	9,13	420,00	0,04
A - 1, 29; J - 1, 29	0,83	0,55	0,54	19,64	19,64	35,00	0,26	0,26	14,53	420,00	0,04
E - 5, 25; I - 5, 25	1,00	0,70	0,69	54,56	54,56	35,00	0,34	0,34	24,26	420,00	0,04
A, J - 300/600	0,27	0,57	0,55	6,28	6,28	35,00	0,26	0,26	4,86	420,00	0,04
t = 30 min	b _{f,30}	h _{f,30}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,f,30}	z ₁	z ₂	N _{RD0,f,30}	f _{vd,f,30}	a
E - 9, 15, 23	0,69	0,54	0,53	4,62	4,62	35,00	0,26	0,26	10,86	420,00	0,04
I - 15, 23	0,54	0,54	0,53	6,03	6,03	35,00	0,26	0,26	8,78	420,00	0,04
A - 1, 29; J - 1, 29	0,82	0,54	0,53	19,64	19,64	35,00	0,26	0,26	13,98	420,00	0,04
E - 5, 25; I - 5, 25	1,00	0,70	0,68	54,56	54,56	35,00	0,34	0,34	24,14	420,00	0,04
A, J - 300/600	0,24	0,54	0,53	6,28	6,28	35,00	0,26	0,26	4,13	339,61	0,04
t = 45 min	b _{f,45}	h _{f,45}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,f,45}	z ₁	z ₂	N _{RD0,f,45}	f _{vd,f,45}	a
E - 9, 15, 23	0,67	0,52	0,52	4,62	4,62	35,00	0,26	0,26	10,27	420,00	0,04
I - 15, 23	0,53	0,53	0,52	6,03	6,03	35,00	0,26	0,26	8,31	420,00	0,04
A - 1, 29; J - 1, 29	0,80	0,52	0,52	19,64	19,64	35,00	0,26	0,26	13,29	420,00	0,04
E - 5, 25; I - 5, 25	0,98	0,68	0,68	54,56	54,56	35,00	0,34	0,34	23,29	420,00	0,04
A, J - 300/600	0,24	0,54	0,53	6,28	6,28	35,00	0,26	0,26	3,85	244,27	0,04
t = 60 min	b _{f,60}	h _{f,60}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,f,60}	z ₁	z ₂	N _{RD0,f,60}	f _{vd,f,60}	a
E - 9, 15, 23	0,65	0,50	0,50	4,62	4,62	35,00	0,26	0,26	9,35	356,24	0,04
I - 15, 23	0,51	0,51	0,51	6,03	6,03	35,00	0,26	0,26	7,61	383,04	0,04
A - 1, 29; J - 1, 29	0,77	0,49	0,49	19,64	19,64	35,00	0,26	0,26	11,96	341,46	0,04
E - 5, 25; I - 5, 25	0,95	0,65	0,65	54,56	54,56	35,00	0,34	0,34	22,00	420,00	0,04
A, J - 300/600	0,21	0,51	0,51	6,28	6,28	35,00	0,26	0,26	3,16	122,81	0,04
t = 90 min	b _{f,90}	h _{f,90}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,f,90}	z ₁	z ₂	N _{RD0,f,90}	f _{vd,f,90}	a
E - 9, 15, 23	0,62	0,47	0,47	4,62	4,62	35,00	0,26	0,26	8,57	282,03	0,04
I - 15, 23	0,49	0,49	0,49	6,03	6,03	35,00	0,26	0,26	6,94	282,03	0,04
A - 1, 29; J - 1, 29	0,74	0,47	0,47	19,64	19,64	35,00	0,26	0,26	10,77	255,99	0,04
E - 5, 25; I - 5, 25	0,93	0,63	0,63	54,56	54,56	35,00	0,34	0,34	20,59	380,27	0,04
A, J - 300/600	0,20	0,50	0,50	6,28	6,28	35,00	0,26	0,26	2,96	71,40	0,04
t = 120 min	b _{f,120}	h _{f,120}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,f,120}	z ₁	z ₂	N _{RD0,f,120}	f _{vd,f,120}	a
E - 9, 15, 23	0,60	0,45	0,45	4,62	4,62	35,00	0,26	0,26	7,78	159,10	0,04
I - 15, 23	0,44	0,44	0,40	6,03	6,03	35,00	0,26	0,26	5,65	194,38	0,04
A - 1, 29; J - 1, 29	0,72	0,45	0,45	19,64	19,64	35,00	0,26	0,26	9,52	135,91	0,04
E - 5, 25; I - 5, 25	0,89	0,59	0,55	54,56	54,56	35,00	0,34	0,34	17,43	263,80	0,04
A, J - 300/600	0,17	0,47	0,47	6,28	6,28	35,00	0,26	0,26	2,27	32,34	0,04
t = 180 min	b _{f,180}	h _{f,180}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,f,180}	z ₁	z ₂	N _{RD0,f,180}	f _{vd,f,180}	a
E - 9, 15, 23	0,57	0,42	0,38	4,62	4,62	35,00	0,26	0,26	6,74	93,58	0,04
I - 15, 23	0,36	0,36	0,32	6,03	6,03	35,00	0,26	0,26	3,69	31,08	0,04
A - 1, 29; J - 1, 29	0,69	0,42	0,38	19,64	19,64	35,00	0,26	0,26	8,40	81,98	0,04
E - 5, 25; I - 5, 25	0,87	0,57	0,53	54,56	54,56	35,00	0,34	0,34	16,03	184,30	0,04
A, J - 300/600	0,16	0,46	0,46	6,28	6,28	35,00	0,26	0,26	2,08	15,79	0,04

4.12 1.NP - E – 9, 15, 23

w =		300,00 mm				θ_M			
Zóna		1	2	3	4	20,00			
Souř. [mm]		37,50	112,50	187,50	262,50	20,00			
$\theta_i(t)$ [°C]	t = 15 min	125,00	27,00	21,00	20,00	20,00			
	t = 30 min	239,00	41,00	22,00	20,00	21,00			
	t = 45 min	343,00	61,00	25,00	21,00	23,00			
	t = 60 min	431,00	85,00	29,00	21,00	28,00			
	t = 90 min	565,00	138,00	43,00	25,00	47,00			
	t = 120 min	662,00	193,00	61,00	30,00				
	t = 180 min	794,00	296,00	107,00	56,00				
						M (střed)		VÝZTUŽ	
$k_c(\theta_i)$					$\Sigma k_c(\theta_i)$	k_{cm}	$k_c(\theta_M)$	a_z [m]	a = 40,00 mm
	t = 15 min	0,96	1,00	1,00	1,00	3,96	0,94	1,00	0,02
	t = 30 min	0,89	1,00	1,00	1,00	3,89	0,92	1,00	0,03
	t = 45 min	0,79	1,00	1,00	1,00	3,79	0,90	1,00	0,04
	t = 60 min	0,65	1,00	1,00	1,00	3,65	0,87	1,00	0,05
	t = 90 min	0,55	0,97	1,00	1,00	3,52	0,84	1,00	0,06
	t = 120 min	0,39	1,00	1,00	1,00	3,39	0,81	1,00	0,07
	t = 180 min	0,29	0,95	0,95	1,00	3,19	0,76	1,00	0,09
								$\theta_i(t)$ [°C]	$k_y(\theta_i)$
								t = 15 min	125,00 1,00
								t = 30 min	239,00 1,00
								t = 45 min	343,00 1,00
								t = 60 min	431,00 0,85
								t = 90 min	565,00 0,67
								t = 120 min	662,00 0,38
								t = 180 min	794,00 0,22



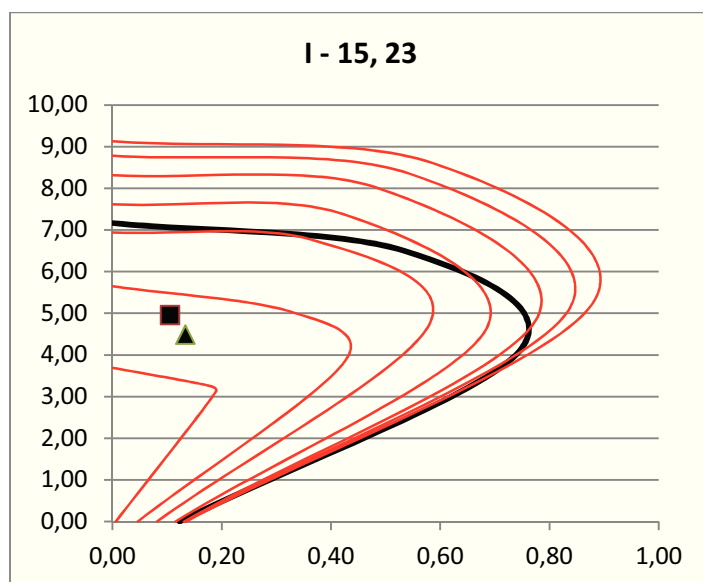
Vnitřní síly

R120

$N_{ed,fi} =$	5,65 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,15 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,18 MN	$N_{přisl,fi} =$	4,90 MNm

4.13 1.NP - I – 15, 23

w =		300,00 mm				θ_M			
Zóna		1	2	3	4	20,00			
Souř. [mm]		37,50	112,50	187,50	262,50	20,00			
$\theta_i(t)$ [°C]	t = 15 min	129,00	28,00	21,00	20,00	21,00			
	t = 30 min	253,00	44,00	22,00	20,00	22,00			
	t = 45 min	366,00	68,00	26,00	21,00	25,00			
	t = 60 min	460,00	95,00	31,00	22,00	33,00			
	t = 90 min	599,00	157,00	48,00	27,00	61,00			
	t = 120 min	697,00	220,00	71,00	36,00				
	t = 180 min	828,00	336,00	129,00	66,00				
$k_c(\theta_i)$					$\Sigma k_c(\theta_i)$	k_{cm}	$k_c(\theta_M)$	a_z [m]	VÝZTUŽ
	t = 15 min	0,96	1,00	1,00	1,00	3,96	0,94	1,00	0,02
	t = 30 min	0,90	1,00	1,00	1,00	3,90	0,93	1,00	0,03
	t = 45 min	0,82	1,00	1,00	1,00	3,82	0,91	1,00	0,04
	t = 60 min	0,69	1,00	1,00	1,00	3,69	0,88	1,00	0,05
	t = 90 min	0,60	0,98	1,00	1,00	3,58	0,85	1,00	0,06
	t = 120 min	0,45	0,87	1,00	1,00	3,32	0,79	1,00	0,08
	t = 180 min	0,10	0,79	0,96	1,00	2,85	0,68	1,00	0,12
								a =	40,00 mm
								t = 15 min	129,00
								t = 30 min	253,00
								t = 45 min	366,00
								t = 60 min	460,00
								t = 90 min	599,00
								t = 120 min	697,00
								t = 180 min	828,00



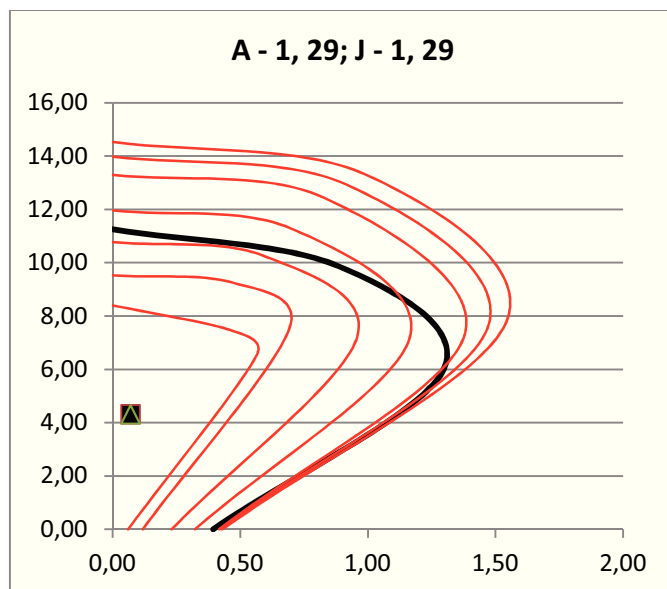
Vnitřní síly

R120

$N_{ed,fi} =$	4,96 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,11 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,13 MN	$N_{přisl,fi} =$	4,49 MNm

4.14 1.NP - A - 1, 29; J - 1, 29

w =		300,00 mm				θ_M			
Zóna		1	2	3	4	20,00			
Souř. [mm]		37,50	112,50	187,50	262,50	20,00			
$\theta_i(t)$ [°C]	t = 15 min	125,00	27,00	21,00	20,00	20,00			
	t = 30 min	234,00	40,00	22,00	20,00	21,00			
	t = 45 min	332,00	59,00	25,00	21,00	23,00			
	t = 60 min	415,00	81,00	29,00	21,00	27,00			
	t = 90 min	545,00	131,00	41,00	24,00	44,00			
	t = 120 min	639,00	181,00	58,00	30,00				
	t = 180 min	771,00	276,00	100,00	48,00				
						M (střed)		VÝZTUŽ	
$k_c(\theta_i)$					$\Sigma k_c(\theta_i)$	k_{cm}	$k_c(\theta_M)$	a_z [m]	a = 40,00 mm
	t = 15 min	0,96	1,00	1,00	1,00	3,96	0,94	1,00	0,02
	t = 30 min	0,88	1,00	1,00	1,00	3,88	0,92	1,00	0,03
	t = 45 min	0,78	1,00	1,00	1,00	3,78	0,90	1,00	0,04
	t = 60 min	0,62	1,00	1,00	1,00	3,62	0,86	1,00	0,05
	t = 90 min	0,52	0,97	1,00	1,00	3,48	0,83	1,00	0,07
	t = 120 min	0,36	0,99	1,00	1,00	3,35	0,80	1,00	0,08
	t = 180 min	0,26	0,93	1,00	1,00	3,18	0,76	1,00	0,09
								$\theta_i(t)$ [°C]	
								t = 15 min	
								t = 30 min	
								t = 45 min	
								t = 60 min	
								t = 90 min	
								t = 120 min	
								t = 180 min	



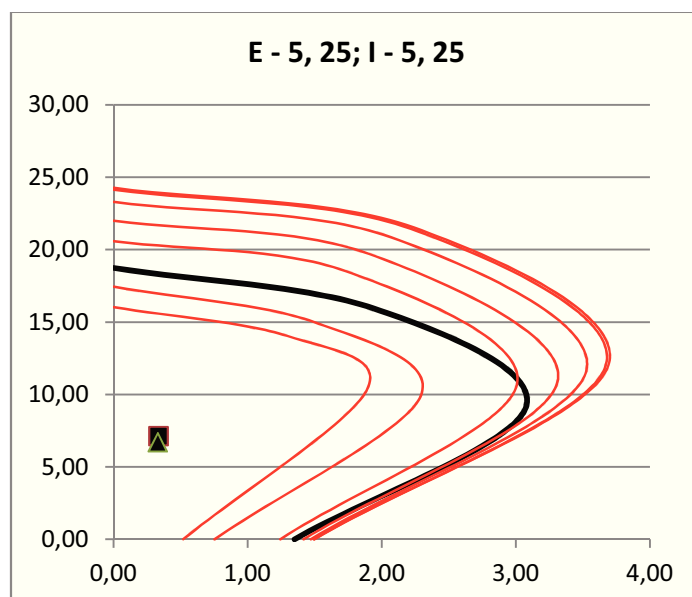
Vnitřní síly

R180

$N_{ed,fi} =$	4,31 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,07 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,07 MN	$N_{přisl,fi} =$	4,31 MNm

4.15 1.NP - E – 5, 25; I – 5, 25

w =		375,00 mm				θ_M			
Zóna		1	2	3	4	20,00			
Souř. [mm]		46,88	140,63	234,38	328,13	20,00			
$\theta_i(t)$						20,00			
t = 15 min		92,00	24,00	20,00	20,00	20,00			
t = 30 min		177,00	29,00	21,00	20,00	20,00			
t = 45 min		259,00	38,00	21,00	20,00	21,00			
t = 60 min		334,00	51,00	23,00	20,00	21,00			
t = 90 min		457,00	82,00	28,00	21,00	21,00			
t = 120 min		551,00	116,00	35,00	22,00	26,00			
t = 180 min		687,00	188,00	57,00	28,00				
						M (střed)		VÝZTUŽ	
						$\Sigma k_c(\theta_i)$	k_{cm}	$k_c(\theta_M)$	a_z [m]
									a = 40,00 mm
									t = 15 min 92,00 1,00
									t = 30 min 177,00 1,00
									t = 45 min 259,00 1,00
									t = 60 min 334,00 1,00
									t = 90 min 457,00 0,91
									t = 120 min 551,00 0,63
									t = 180 min 687,00 0,44



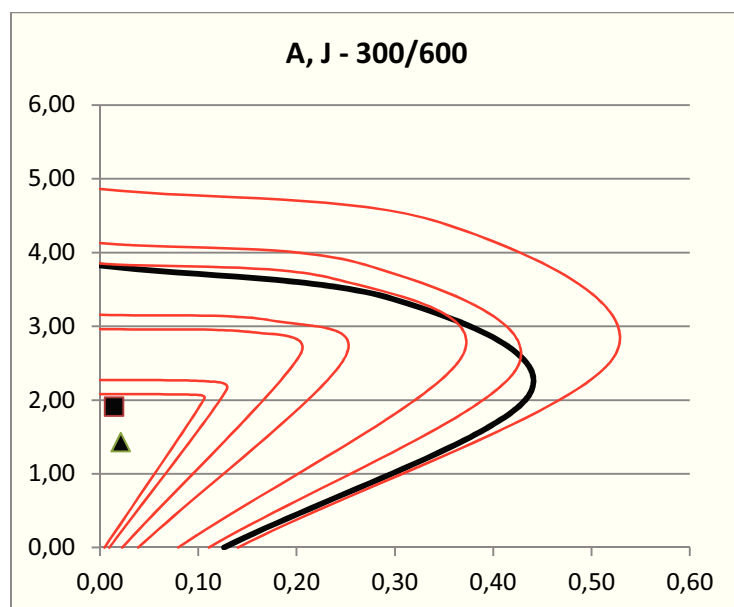
Vnitřní síly

R180

$N_{ed,fi} =$	7,12 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,34 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,33 MN	$N_{přisl,fi} =$	6,69 MNm

4.16 1.NP - A, J – 300/600

w =		150,00 mm				θ_M			
Zóna		1	2	3	4	23,00			
Souř. [mm]		18,75	56,25	93,75	131,25	31,00			
$\theta_i(t)$ [°C]	t = 15 min	244,00	67,00	31,00	23,00	44,00			
	t = 30 min	413,00	130,00	54,00	33,00	64,00			
	t = 45 min	536,00	195,00	83,00	48,00	113,00			
	t = 60 min	626,00	256,00	116,00	68,00	169,00			
	t = 90 min	750,00	363,00	185,00	120,00	285,00			
	t = 120 min	834,00	453,00	253,00	177,00				
	t = 180 min	944,00	596,00	382,00	294,00				
						M (střed)		VÝZTUŽ	
k_c (θ_i)	t = 15 min	0,89	1,00	1,00	1,00	$\Sigma k_c(\theta_i)$	k_{cm}	$k_c(\theta_M)$	a_z [m]
	t = 30 min	0,62	0,97	1,00	1,00	3,89	0,92	1,00	0,01
	t = 45 min	0,50	1,00	1,00	1,00	3,58	0,85	1,00	0,03
	t = 60 min	0,34	0,91	0,96	1,00	3,50	0,83	1,00	0,03
	t = 90 min	0,23	0,81	0,99	0,96	3,20	0,76	1,00	0,04
	t = 120 min	0,10	0,68	0,90	0,99	2,99	0,71	0,96	0,05
	t = 180 min	0,06	0,59	0,83	0,94	2,67	0,64	0,98	0,07
								a =	40,00 mm
								t = 15 min	244,00
								t = 30 min	413,00
								t = 45 min	536,00
								t = 60 min	626,00
								t = 90 min	750,00
								t = 120 min	834,00
								t = 180 min	944,00



Vnitřní síly

R180

$N_{ed,fi} =$	1,91 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,01 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,02 MN	$N_{přisl,fi} =$	1,43 MNm

4.17 Výpočet únosnosti – 2.NP

VÝPOČET ÚNOSNOSTI SLOUPŮ V 2. NP

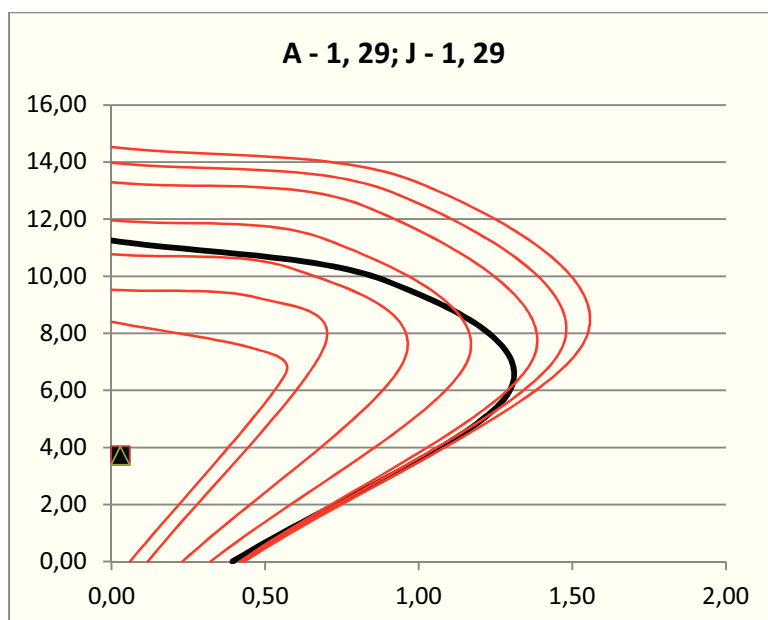
průřez	b	h	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd}	z ₁	z ₂	N _{RD0}	f _{vd}	a
E - 5, 25; I - 5, 25	1,05	0,75	0,71	41,22	41,22	23,33	0,34	0,34	17,75	370,00	0,04
A - 1, 29; J - 1, 29	0,88	0,60	0,56	19,64	19,64	23,33	0,26	0,26	11,25	370,00	0,04
A, J - monolit	0,30	0,60	0,56	6,28	6,28	23,33	0,26	0,26	3,82	370,00	0,04
E - 9, 15, 23	0,75	0,60	0,56	9,42	9,42	23,33	0,26	0,26	9,10	370,00	0,04
I - 9	0,60	0,60	0,56	9,42	9,42	23,33	0,26	0,26	7,42	370,00	0,04
t = 15 min	b _{f,15}	h _{f,15}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,f,15}	z ₁	z ₂	N _{RD0,f,15}	f _{vd,f,15}	a
E - 5, 25; I - 5, 25	1,00	0,70	0,69	41,22	41,22	35,00	0,34	0,34	23,14	420,00	0,04
A - 1, 29; J - 1, 29	0,83	0,55	0,54	19,64	19,64	35,00	0,26	0,26	14,53	420,00	0,04
A, J - monolit	0,27	0,57	0,55	6,28	6,28	35,00	0,26	0,26	4,86	420,00	0,04
E - 9, 15, 23	0,70	0,55	0,54	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	11,73	420,00	0,04
I - 9	0,55	0,55	0,54	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	9,41	420,00	0,04
t = 30 min	b _{f,30}	h _{f,30}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,f,30}	z ₁	z ₂	N _{RD0,f,30}	f _{vd,f,30}	a
E - 5, 25; I - 5, 25	1,00	0,70	0,68	41,22	41,22	35,00	0,34	0,34	23,01	420,00	0,04
A - 1, 29; J - 1, 29	0,82	0,54	0,53	19,64	19,64	35,00	0,26	0,26	13,98	420,00	0,04
A, J - monolit	0,24	0,54	0,53	6,28	6,28	35,00	0,26	0,26	4,13	339,61	0,04
E - 9, 15, 23	0,69	0,54	0,53	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	11,26	420,00	0,04
I - 9	0,54	0,54	0,53	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	9,07	420,00	0,04
t = 45 min	b _{f,45}	h _{f,45}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,f,45}	z ₁	z ₂	N _{RD0,f,45}	f _{vd,f,45}	a
E - 5, 25; I - 5, 25	0,98	0,68	0,68	41,22	41,22	35,00	0,34	0,34	22,17	420,00	0,04
A - 1, 29; J - 1, 29	0,80	0,52	0,52	19,64	19,64	35,00	0,26	0,26	13,29	420,00	0,04
A, J - monolit	0,24	0,54	0,53	6,28	6,28	35,00	0,26	0,26	3,85	244,27	0,04
E - 9, 15, 23	0,67	0,52	0,52	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	10,67	420,00	0,04
I - 9	0,53	0,53	0,52	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	8,60	420,00	0,04
t = 60 min	b _{f,60}	h _{f,60}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,f,60}	z ₁	z ₂	N _{RD0,f,60}	f _{vd,f,60}	a
E - 5, 25; I - 5, 25	0,95	0,65	0,65	41,22	41,22	35,00	0,34	0,34	20,88	420,00	0,04
A - 1, 29; J - 1, 29	0,77	0,49	0,49	19,64	19,64	35,00	0,26	0,26	11,96	341,46	0,04
A, J - monolit	0,21	0,51	0,51	6,28	6,28	35,00	0,26	0,26	3,16	122,81	0,04
E - 9, 15, 23	0,65	0,50	0,50	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	9,70	356,24	0,04
I - 9	0,51	0,51	0,51	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	7,87	383,04	0,04
t = 90 min	b _{f,90}	h _{f,90}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,f,90}	z ₁	z ₂	N _{RD0,f,90}	f _{vd,f,90}	a
E - 5, 25; I - 5, 25	0,93	0,63	0,63	41,22	41,22	35,00	0,34	0,34	19,57	380,27	0,04
A - 1, 29; J - 1, 29	0,74	0,47	0,47	19,64	19,64	35,00	0,26	0,26	10,77	255,99	0,04
A, J - monolit	0,20	0,50	0,50	6,28	6,28	35,00	0,26	0,26	2,96	71,40	0,04
E - 9, 15, 23	0,62	0,47	0,47	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	8,84	282,03	0,04
I - 9	0,49	0,49	0,49	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	7,21	326,30	0,04
t = 120 min	b _{f,120}	h _{f,120}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,f,120}	z ₁	z ₂	N _{RD0,f,120}	f _{vd,f,120}	a
E - 5, 25; I - 5, 25	0,89	0,59	0,55	41,22	41,22	35,00	0,34	0,34	16,73	263,80	0,04
A - 1, 29; J - 1, 29	0,72	0,45	0,45	19,64	19,64	35,00	0,26	0,26	9,52	135,91	0,04
A, J - monolit	0,17	0,47	0,47	6,28	6,28	35,00	0,26	0,26	2,27	32,34	0,04
E - 9, 15, 23	0,60	0,45	0,45	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	7,94	159,10	0,04
I - 9	0,44	0,44	0,40	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	5,78	194,38	0,04
t = 180 min	b _{f,180}	h _{f,180}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,f,180}	z ₁	z ₂	N _{RD0,f,180}	f _{vd,f,180}	a
E - 5, 25; I - 5, 25	0,87	0,57	0,53	41,22	41,22	35,00	0,34	0,34	15,54	184,30	0,04
A - 1, 29; J - 1, 29	0,69	0,42	0,38	19,64	19,64	35,00	0,26	0,26	8,40	81,98	0,04
A, J - monolit	0,16	0,46	0,46	6,28	6,28	35,00	0,26	0,26	2,08	15,79	0,04
E - 9, 15, 23	0,57	0,42	0,38	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	6,83	93,58	0,04
I - 9	0,36	0,36	0,32	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	3,71	31,08	0,04

4.18 2.NP - E - 5, 25; I - 5, 25

$\theta_i(t)$ [°C]	w =	375,00 mm				θ_M						
	Zóna	1	2	3	4	20,00						
	Souř. [mm]	46,88	140,63	234,38	328,13	20,00						
	t = 15 min	92,00	24,00	20,00	20,00	20,00						
	t = 30 min	177,00	29,00	21,00	20,00	20,00						
	t = 45 min	259,00	38,00	21,00	20,00	21,00						
	t = 60 min	334,00	51,00	23,00	20,00	21,00						
	t = 90 min	457,00	82,00	28,00	21,00	26,00						
	t = 120 min	551,00	116,00	35,00	22,00	M (střed)						
	t = 180 min	687,00	188,00	57,00	28,00	VÝZTUŽ						
$k_c(\theta_i)$					$\Sigma k_c(\theta_i)$	k_{cm}	$k_c(\theta_M)$	a_z [m]	a =	40,00 mm		
	t = 15 min	1,00	1,00	1,00	1,00	4,00	0,95	1,00	0,02	t = 15 min	92,00	1,00
	t = 30 min	0,99	1,00	1,00	1,00	3,99	0,95	1,00	0,03	t = 30 min	177,00	1,00
	t = 45 min	0,91	1,00	1,00	1,00	3,91	0,93	1,00	0,03	t = 45 min	259,00	1,00
	t = 60 min	0,78	1,00	1,00	1,00	3,78	0,90	1,00	0,05	t = 60 min	334,00	1,00
	t = 90 min	0,69	1,00	1,00	1,00	3,69	0,88	1,00	0,06	t = 90 min	457,00	0,91
	t = 120 min	0,53	0,96	1,00	1,00	3,48	0,83	1,00	0,08	t = 120 min	551,00	0,63
	t = 180 min	0,43	0,99	1,00	1,00	3,42	0,81	1,00	0,09	t = 180 min	687,00	0,44

4.19 2.NP - A - 1, 29; J - 1, 29

$\theta_i(t)$ [°C]	w =	300,00 mm				θ_M						
	Zóna	1	2	3	4	20,00						
	Souř. [mm]	37,50	112,50	187,50	262,50	20,00						
	t = 15 min	125,00	27,00	21,00	20,00	20,00						
	t = 30 min	234,00	40,00	22,00	20,00	21,00						
	t = 45 min	332,00	59,00	25,00	21,00	23,00						
	t = 60 min	415,00	81,00	29,00	21,00	27,00						
	t = 90 min	545,00	131,00	41,00	24,00	44,00						
	t = 120 min	639,00	181,00	58,00	30,00	M (střed)						
	t = 180 min	771,00	276,00	100,00	48,00	VÝZTUŽ						
k_c (θ_i)					$\Sigma k_c(\theta_i)$	k_{cm}	$k_c(\theta_M)$	a_z [m]	a =	40,00	mm	
	t = 15 min	0,96	1,00	1,00	1,00	3,96	0,94	1,00	0,02	t = 15 min	125,00	1,00
	t = 30 min	0,88	1,00	1,00	1,00	3,88	0,92	1,00	0,03	t = 30 min	234,00	1,00
	t = 45 min	0,78	1,00	1,00	1,00	3,78	0,90	1,00	0,04	t = 45 min	332,00	1,00
	t = 60 min	0,62	1,00	1,00	1,00	3,62	0,86	1,00	0,05	t = 60 min	415,00	k_y (θ_i) 0,81
	t = 90 min	0,52	0,97	1,00	1,00	3,48	0,83	1,00	0,07	t = 90 min	545,00	0,61
	t = 120 min	0,36	0,99	1,00	1,00	3,35	0,80	1,00	0,08	t = 120 min	639,00	0,32
	t = 180 min	0,26	0,93	1,00	1,00	3,18	0,76	1,00	0,09	t = 180 min	771,00	0,20



Vnitřní síly

R180

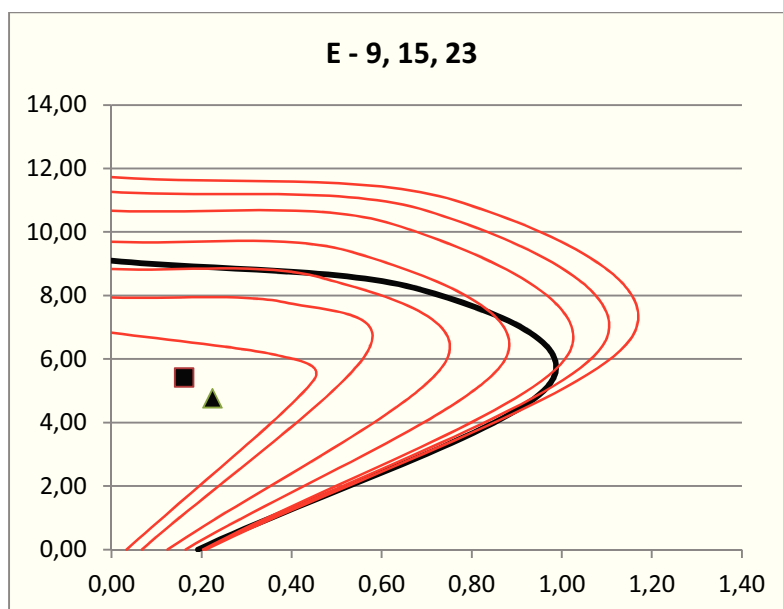
$N_{ed,fi} =$	3,71 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,03 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,03 MN	$N_{přisl,fi} =$	3,71 MNm

4.20 2.NP - A, J – monolit

$\theta_i(t)$ [°C]	w =	150,00	mm			θ_M						
	Zóna	1	2	3	4	23,00						
	Souř. [mm]	18,75	56,25	93,75	131,25	31,00						
	t = 15 min	244,00	67,00	31,00	23,00	44,00						
	t = 30 min	413,00	130,00	54,00	33,00	64,00						
	t = 45 min	536,00	195,00	83,00	48,00	113,00						
	t = 60 min	626,00	256,00	116,00	68,00	169,00						
	t = 90 min	750,00	363,00	185,00	120,00	285,00						
	t = 120 min	834,00	453,00	253,00	177,00	M (střed)						
	t = 180 min	944,00	596,00	382,00	294,00	VÝZTUŽ						
k_c (θ_i)					$\Sigma k_c(\theta_i)$	k_{cm}	$k_c(\theta_M)$	a_z [m]	a =	40,00	mm	
	t = 15 min	0,89	1,00	1,00	1,00	3,89	0,92	1,00	0,01	t = 15 min	244,00	1,00
	t = 30 min	0,62	0,97	1,00	1,00	3,58	0,85	1,00	0,03	t = 30 min	413,00	0,81
	t = 45 min	0,50	1,00	1,00	1,00	3,50	0,83	1,00	0,03	t = 45 min	536,00	0,58
	t = 60 min	0,34	0,91	0,96	1,00	3,20	0,76	1,00	0,04	t = 60 min	626,00	0,29
	t = 90 min	0,23	0,81	0,99	0,96	2,99	0,71	0,96	0,05	t = 90 min	750,00	0,17
	t = 120 min	0,10	0,68	0,90	0,99	2,67	0,64	0,98	0,07	t = 120 min	834,00	0,08
	t = 180 min	0,06	0,59	0,83	0,94	2,43	0,58	0,94	0,07	t = 180 min	944,00	0,04

4.21 2.NP - E – 9, 15, 23

w =		300,00 mm				θ_M			
Zóna		1	2	3	4	20,00			
Souř. [mm]		37,50	112,50	187,50	262,50	20,00			
$\theta_i(t)$ [°C]	t = 15 min	125,00	27,00	21,00	20,00	20,00			
	t = 30 min	239,00	41,00	22,00	20,00	21,00			
	t = 45 min	343,00	61,00	25,00	21,00	23,00			
	t = 60 min	431,00	85,00	29,00	21,00	28,00			
	t = 90 min	565,00	138,00	43,00	25,00	47,00			
	t = 120 min	662,00	193,00	61,00	30,00				
	t = 180 min	794,00	296,00	107,00	56,00				
						M (střed)		VÝZTUŽ	
$k_c(\theta_i)$					$\Sigma k_c(\theta_i)$	k_{cm}	$k_c(\theta_M)$	a_z [m]	a = 40,00 mm
	t = 15 min	0,96	1,00	1,00	1,00	3,96	0,94	1,00	0,02
	t = 30 min	0,89	1,00	1,00	1,00	3,89	0,92	1,00	0,03
	t = 45 min	0,79	1,00	1,00	1,00	3,79	0,90	1,00	0,04
	t = 60 min	0,65	1,00	1,00	1,00	3,65	0,87	1,00	0,05
	t = 90 min	0,55	0,97	1,00	1,00	3,52	0,84	1,00	0,06
	t = 120 min	0,39	1,00	1,00	1,00	3,39	0,81	1,00	0,07
	t = 180 min	0,29	0,95	0,95	1,00	3,19	0,76	1,00	0,09
								$\theta_i(t)$ [°C]	
								t = 15 min	
								t = 30 min	
								t = 45 min	
								t = 60 min	
								t = 90 min	
								t = 120 min	
								t = 180 min	
								$k_y(\theta_i)$	
								t = 15 min	
								t = 30 min	
								t = 45 min	
								t = 60 min	
								t = 90 min	
								t = 120 min	
								t = 180 min	



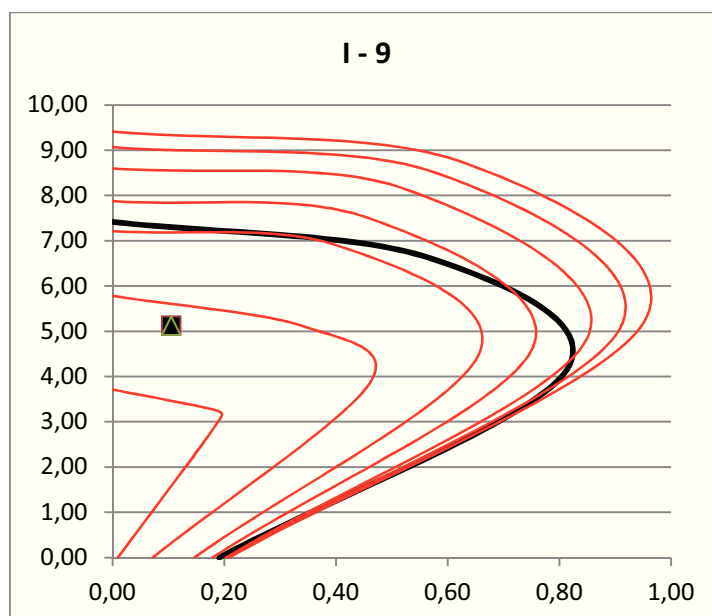
Vnitřní síly

R180

$N_{ed,fi} =$	5,41 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,16 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,22 MN	$N_{přisl,fi} =$	4,76 MNm

4.22 2.NP - I – 9

$\theta_i(t)$ [°C]	w =	300,00 mm				θ_M						
	Zóna	1	2	3	4	20,00						
	Souř. [mm]	37,50	112,50	187,50	262,50	20,00						
	t = 15 min	129,00	28,00	21,00	20,00	21,00						
	t = 30 min	253,00	44,00	22,00	20,00	22,00						
	t = 45 min	366,00	68,00	26,00	21,00	25,00						
	t = 60 min	460,00	95,00	31,00	22,00	33,00						
	t = 90 min	599,00	157,00	48,00	27,00	61,00						
	t = 120 min	697,00	220,00	71,00	36,00	M (střed)						
	t = 180 min	828,00	336,00	129,00	66,00	VÝZTUŽ						
$k_c(\theta_i)$					$\Sigma k_c(\theta_i)$	k_{cm}	$k_c(\theta_M)$	a_z [m]	a =	40,00 mm		
	t = 15 min	0,96	1,00	1,00	1,00	3,96	0,94	1,00	0,02	t = 15 min	129,00	1,00
	t = 30 min	0,90	1,00	1,00	1,00	3,90	0,93	1,00	0,03	t = 30 min	253,00	1,00
	t = 45 min	0,82	1,00	1,00	1,00	3,82	0,91	1,00	0,04	t = 45 min	366,00	1,00
	t = 60 min	0,69	1,00	1,00	1,00	3,69	0,88	1,00	0,05	t = 60 min	460,00	$k_y(\theta_i)$ 0,91
	t = 90 min	0,60	0,98	1,00	1,00	3,58	0,85	1,00	0,06	t = 90 min	599,00	0,78
	t = 120 min	0,45	0,87	1,00	1,00	3,32	0,79	1,00	0,08	t = 120 min	697,00	0,46
	t = 180 min	0,10	0,79	0,96	1,00	2,85	0,68	1,00	0,12	t = 180 min	828,00	0,07



Vnitřní síly

R120

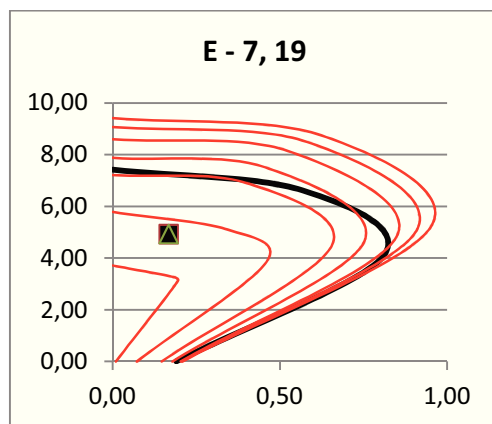
$N_{ed,fi} =$	5,12 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,11 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,11 MN	$N_{přisl,fi} =$	5,12 MNm

4.23 3.NP

VÝPOČET ÚNOSNOSTI SLOUPŮ V 3. NP

průřez	b	h	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd}	z ₁	z ₂	N _{RD0}	f _{vd}	a
E - 7, 19	0,60	0,60	0,56	9,42	9,42	23,33	0,26	0,26	7,42	370,00	0,04
t = 15 min	b _{fi,15}	h _{fi,15}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,15}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,15}	f _{vd,fi,15}	a
E - 7, 19	0,55	0,55	0,54	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	9,41	420,00	0,04
t = 30 min	b _{fi,30}	h _{fi,30}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,30}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,30}	f _{vd,fi,30}	a
E - 7, 19	0,54	0,54	0,53	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	9,07	420,00	0,04
t = 45 min	b _{fi,45}	h _{fi,45}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,45}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,45}	f _{vd,fi,45}	a
E - 7, 19	0,53	0,53	0,52	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	8,60	420,00	0,04
t = 60 min	b _{fi,60}	h _{fi,60}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,60}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,60}	f _{vd,fi,60}	a
E - 7, 19	0,51	0,51	0,51	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	7,87	383,04	0,04
t = 90 min	b _{fi,90}	h _{fi,90}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,90}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,90}	f _{vd,fi,90}	a
E - 7, 19	0,49	0,49	0,49	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	7,21	326,30	0,04
t = 120 min	b _{fi,120}	h _{fi,120}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,120}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,120}	f _{vd,fi,120}	a
E - 7, 19	0,44	0,44	0,40	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	5,78	194,38	0,04
t = 180 min	b _{fi,180}	h _{fi,180}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,180}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,180}	f _{vd,fi,180}	a
E - 7, 19	0,36	0,36	0,32	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	3,71	31,08	0,04

w =	300,00 mm				θ _M							
Zóna	1	2	3	4	20,00							
Souř. [mm]	37,50	112,50	187,50	262,50	20,00							
t = 15 min	129,00	28,00	21,00	20,00	21,00							
t = 30 min	253,00	44,00	22,00	20,00	22,00							
t = 45 min	366,00	68,00	26,00	21,00	25,00							
t = 60 min	460,00	95,00	31,00	22,00	33,00							
t = 90 min	599,00	157,00	48,00	27,00	61,00							
t = 120 min	697,00	220,00	71,00	36,00	M (střed)				VÝZTUŽ			
t = 180 min	828,00	336,00	129,00	66,00	Σ k _c (θ _i)				a = 40,00 mm			
t = 15 min	0,96	1,00	1,00	1,00	3,96	0,94	1,00	0,02	t = 15 min	129,00	1,00	
t = 30 min	0,90	1,00	1,00	1,00	3,90	0,93	1,00	0,03	t = 30 min	253,00	1,00	
t = 45 min	0,82	1,00	1,00	1,00	3,82	0,91	1,00	0,04	t = 45 min	366,00	1,00	
t = 60 min	0,69	1,00	1,00	1,00	3,69	0,88	1,00	0,05	t = 60 min	460,00	0,91	k _y (θ _i)
t = 90 min	0,60	0,98	1,00	1,00	3,58	0,85	1,00	0,06	t = 90 min	599,00	0,78	
t = 120 min	0,45	0,87	1,00	1,00	3,32	0,79	1,00	0,08	t = 120 min	697,00	0,46	
t = 180 min	0,10	0,79	0,96	1,00	2,85	0,68	1,00	0,12	t = 180 min	828,00	0,07	



Vnitřní síly

R120

N_{ed,fi} =

4,93 kN

M_{přisl,fi} =

0,17 kNm

M_{ed,fi} =

0,17 kN

N_{přisl,fi} =

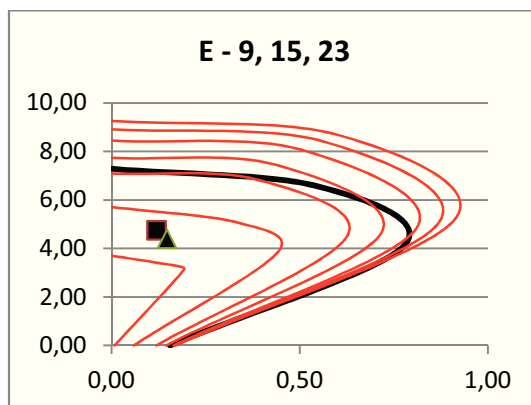
4,93 kNm

4.24 4.NP a 5.NP

VÝPOČET ÚNOSNOSTI SLOUPŮ VE 4. a 5. NP

průřez	b	h	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd}	z ₁	z ₂	N _{RD0}	f _{yd}	a
E - 9, 15, 23	0,60	0,60	0,56	7,62	7,62	23,33	0,26	0,26	7,28	370,00	0,04
t = 15 min	b _{fi,15}	h _{fi,15}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,15}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,15}	f _{yd,fi,15}	a
E - 9, 15, 23	0,55	0,55	0,54	7,62	7,62	35,00	0,26	0,26	9,26	420,00	0,04
t = 30 min	b _{fi,30}	h _{fi,30}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,30}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,30}	f _{yd,fi,30}	a
E - 9, 15, 23	0,54	0,54	0,53	7,62	7,62	35,00	0,26	0,26	8,92	420,00	0,04
t = 45 min	b _{fi,45}	h _{fi,45}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,45}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,45}	f _{yd,fi,45}	a
E - 9, 15, 23	0,53	0,53	0,52	7,62	7,62	35,00	0,26	0,26	8,44	420,00	0,04
t = 60 min	b _{fi,60}	h _{fi,60}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,60}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,60}	f _{yd,fi,60}	a
E - 9, 15, 23	0,51	0,51	0,51	7,62	7,62	35,00	0,26	0,26	7,74	383,04	0,04
t = 90 min	b _{fi,90}	h _{fi,90}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,90}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,90}	f _{yd,fi,90}	a
E - 9, 15, 23	0,49	0,49	0,49	7,62	7,62	35,00	0,26	0,26	7,09	326,30	0,04
t = 120 min	b _{fi,120}	h _{fi,120}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,120}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,120}	f _{yd,fi,120}	a
E - 9, 15, 23	0,44	0,44	0,40	7,62	7,62	35,00	0,26	0,26	5,71	194,38	0,04
t = 180 min	b _{fi,180}	h _{fi,180}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,180}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,180}	f _{yd,fi,180}	a
E - 9, 15, 23	0,36	0,36	0,32	7,62	7,62	35,00	0,26	0,26	3,70	31,08	0,04

w =	300,00 mm				θ _M							
Zóna	1	2	3	4	20,00							
Souř. [mm]	37,50	112,50	187,50	262,50	20,00							
t = 15 min	129,00	28,00	21,00	20,00	21,00							
t = 30 min	253,00	44,00	22,00	20,00	22,00							
t = 45 min	366,00	68,00	26,00	21,00	25,00							
t = 60 min	460,00	95,00	31,00	22,00	33,00							
t = 90 min	599,00	157,00	48,00	27,00	61,00							
t = 120 min	697,00	220,00	71,00	36,00	M (střed)				VÝZTUŽ			
t = 180 min	828,00	336,00	129,00	66,00	Σ k _c (θ _i)				a = 40,00 mm			
t = 15 min	0,96	1,00	1,00	1,00	3,96	0,94	1,00	0,02	t = 15 min	129,00	1,00	
t = 30 min	0,90	1,00	1,00	1,00	3,90	0,93	1,00	0,03	t = 30 min	253,00	1,00	
t = 45 min	0,82	1,00	1,00	1,00	3,82	0,91	1,00	0,04	t = 45 min	366,00	1,00	
t = 60 min	0,69	1,00	1,00	1,00	3,69	0,88	1,00	0,05	t = 60 min	460,00	0,91	
t = 90 min	0,60	0,98	1,00	1,00	3,58	0,85	1,00	0,06	t = 90 min	599,00	0,78	
t = 120 min	0,45	0,87	1,00	1,00	3,32	0,79	1,00	0,08	t = 120 min	697,00	0,46	
t = 180 min	0,10	0,79	0,96	1,00	2,85	0,68	1,00	0,12	t = 180 min	828,00	0,07	



Vnitřní síly

R120

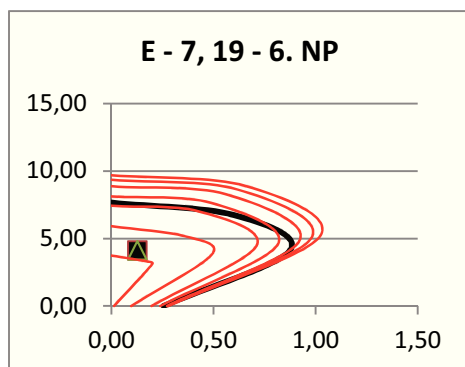
N _{ed,fi} =	4,75 MN	M _{přísl,fi} =	0,12 MNm
M _{ed,fi} =	0,15 MN	N _{přísl,fi} =	4,39 MNm

4.25 6.NP a 7.NP

VÝPOČET ÚNOSNOSTI SLOUPŮ V 6. a 7. NP

průřez	b	h	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd}	z ₁	z ₂	N _{RD0}	f _{vd}	a
E - 7, 19 - 6.NP	0,60	0,60	0,56	12,68	12,68	23,33	0,26	0,26	7,66	370,00	0,04
t = 15 min	b _{fi,15}	h _{fi,15}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,15}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,15}	f _{vd,fi,15}	a
E - 7, 19 - 6.NP	0,55	0,55	0,54	12,68	12,68	35,00	0,26	0,26	9,68	420,00	0,04
t = 30 min	b _{fi,30}	h _{fi,30}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,30}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,30}	f _{vd,fi,30}	a
E - 7, 19 - 6.NP	0,54	0,54	0,53	12,68	12,68	35,00	0,26	0,26	9,34	420,00	0,04
t = 45 min	b _{fi,45}	h _{fi,45}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,45}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,45}	f _{vd,fi,45}	a
E - 7, 19 - 6.NP	0,53	0,53	0,52	12,68	12,68	35,00	0,26	0,26	8,87	420,00	0,04
t = 60 min	b _{fi,60}	h _{fi,60}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,60}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,60}	f _{vd,fi,60}	a
E - 7, 19 - 6.NP	0,51	0,51	0,51	12,68	12,68	35,00	0,26	0,26	8,12	383,04	0,04
t = 90 min	b _{fi,90}	h _{fi,90}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,90}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,90}	f _{vd,fi,90}	a
E - 7, 19 - 6.NP	0,49	0,49	0,49	12,68	12,68	35,00	0,26	0,26	7,42	326,30	0,04
t = 120 min	b _{fi,120}	h _{fi,120}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,120}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,120}	f _{vd,fi,120}	a
E - 7, 19 - 6.NP	0,44	0,44	0,40	12,68	12,68	35,00	0,26	0,26	5,91	194,38	0,04
t = 180 min	b _{fi,180}	h _{fi,180}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,180}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,180}	f _{vd,fi,180}	a
E - 7, 19 - 6.NP	0,36	0,36	0,32	12,68	12,68	35,00	0,26	0,26	3,73	31,08	0,04

w =	300,00 mm				θ _M							
Zóna	1	2	3	4	20,00							
Souř. [mm]	37,50	112,50	187,50	262,50	20,00							
t = 15 min	129,00	28,00	21,00	20,00	21,00							
t = 30 min	253,00	44,00	22,00	20,00	22,00							
t = 45 min	366,00	68,00	26,00	21,00	25,00							
t = 60 min	460,00	95,00	31,00	22,00	33,00							
t = 90 min	599,00	157,00	48,00	27,00	61,00							
t = 120 min	697,00	220,00	71,00	36,00	M (střed)				VÝZTUŽ			
t = 180 min	828,00	336,00	129,00	66,00	Σ k _c (θ _i)				a = 40,00 mm			
t = 15 min	0,96	1,00	1,00	1,00	3,96	0,94	1,00	0,02	t = 15 min	129,00	1,00	
t = 30 min	0,90	1,00	1,00	1,00	3,90	0,93	1,00	0,03	t = 30 min	253,00	1,00	
t = 45 min	0,82	1,00	1,00	1,00	3,82	0,91	1,00	0,04	t = 45 min	366,00	1,00	
t = 60 min	0,69	1,00	1,00	1,00	3,69	0,88	1,00	0,05	t = 60 min	460,00	0,91	k _y (θ _i)
t = 90 min	0,60	0,98	1,00	1,00	3,58	0,85	1,00	0,06	t = 90 min	599,00	0,78	
t = 120 min	0,45	0,87	1,00	1,00	3,32	0,79	1,00	0,08	t = 120 min	697,00	0,46	
t = 180 min	0,10	0,79	0,96	1,00	2,85	0,68	1,00	0,12	t = 180 min	828,00	0,07	



Vnitřní síly

R120

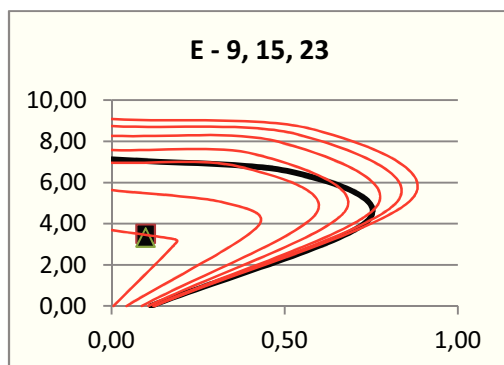
N _{ed,fi} =	4,13 MN	M _{přisl,fi} =	0,13 MNm
M _{ed,fi} =	0,13 MN	N _{přisl,fi} =	4,13 MNm

4.26 8.NP

VÝPOČET ÚNOSNOSTI SLOUPŮ V 8. NP

průřez	b	h	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd}	z ₁	z ₂	N _{RD0}	f _{yd}	a
E – 9, 15, 23	0,60	0,60	0,56	5,56	5,56	23,33	0,26	0,26	7,13	370,00	0,04
t = 15 min	b _{fi,15}	h _{fi,15}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,15}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,15}	f _{yd,fi,15}	a
E – 9, 15, 23	0,55	0,55	0,54	5,56	5,56	35,00	0,26	0,26	9,09	420,00	0,04
t = 30 min	b _{fi,30}	h _{fi,30}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,30}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,30}	f _{yd,fi,30}	a
E – 9, 15, 23	0,54	0,54	0,53	5,56	5,56	35,00	0,26	0,26	8,74	420,00	0,04
t = 45 min	b _{fi,45}	h _{fi,45}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,45}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,45}	f _{yd,fi,45}	a
E – 9, 15, 23	0,53	0,53	0,52	5,56	5,56	35,00	0,26	0,26	8,27	420,00	0,04
t = 60 min	b _{fi,60}	h _{fi,60}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,60}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,60}	f _{yd,fi,60}	a
E – 9, 15, 23	0,51	0,51	0,51	5,56	5,56	35,00	0,26	0,26	7,58	383,04	0,04
t = 90 min	b _{fi,90}	h _{fi,90}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,90}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,90}	f _{yd,fi,90}	a
E – 9, 15, 23	0,49	0,49	0,49	5,56	5,56	35,00	0,26	0,26	6,96	326,30	0,04
t = 120 min	b _{fi,120}	h _{fi,120}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,120}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,120}	f _{yd,fi,120}	a
E – 9, 15, 23	0,44	0,44	0,40	5,56	5,56	35,00	0,26	0,26	5,63	194,38	0,04
t = 180 min	b _{fi,180}	h _{fi,180}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,180}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,180}	f _{yd,fi,180}	a
E – 9, 15, 23	0,36	0,36	0,32	5,56	5,56	35,00	0,26	0,26	3,69	31,08	0,04

$\theta_i(t)$ [°C]	w =	300,00 mm				θ_M						
	Zóna	1	2	3	4	20,00						
	Souř. [mm]	37,50	112,50	187,50	262,50	20,00						
	t = 15 min	129,00	28,00	21,00	20,00	21,00						
	t = 30 min	253,00	44,00	22,00	20,00	22,00						
	t = 45 min	366,00	68,00	26,00	21,00	25,00						
	t = 60 min	460,00	95,00	31,00	22,00	33,00						
	t = 90 min	599,00	157,00	48,00	27,00	61,00						
	t = 120 min	697,00	220,00	71,00	36,00	M (střed)						
	t = 180 min	828,00	336,00	129,00	66,00	VÝZTUŽ						
k_c (θ_i)					$\Sigma k_c(\theta_i)$	k_{cm}	$k_c(\theta_M)$	a_z [m]	a =	40,00 mm		
	t = 15 min	0,96	1,00	1,00	1,00	3,96	0,94	1,00	0,02	t = 15 min	129,00	1,00
	t = 30 min	0,90	1,00	1,00	1,00	3,90	0,93	1,00	0,03	t = 30 min	253,00	1,00
	t = 45 min	0,82	1,00	1,00	1,00	3,82	0,91	1,00	0,04	t = 45 min	366,00	1,00
	t = 60 min	0,69	1,00	1,00	1,00	3,69	0,88	1,00	0,05	t = 60 min	460,00	0,91
	t = 90 min	0,60	0,98	1,00	1,00	3,58	0,85	1,00	0,06	t = 90 min	599,00	0,78
	t = 120 min	0,45	0,87	1,00	1,00	3,32	0,79	1,00	0,08	t = 120 min	697,00	0,46
	t = 180 min	0,10	0,79	0,96	1,00	2,85	0,68	1,00	0,12	t = 180 min	828,00	0,07



Vnitřní síly

R120

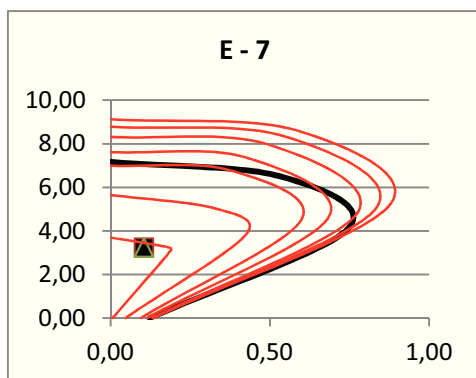
N _{ed,fi} =	3,51 MN	M _{přisl,fi} =	0,10 MNm
M _{ed,fi} =	0,10 MN	N _{přisl,fi} =	3,33 MNm

4.27 9.NP

VÝPOČET ÚNOSNOSTI SLOUPŮ V 9. NP

průřez	b	h	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd}	z ₁	z ₂	N _{RD0}	f _{yd}	a
E - 7	0,60	0,60	0,56	6,03	6,03	23,33	0,26	0,26	7,17	370,00	0,04
t = 15 min	b _{fi,15}	h _{fi,15}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,15}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,15}	f _{yd,fi,15}	a
E - 7	0,55	0,55	0,54	6,03	6,03	35,00	0,26	0,26	9,13	420,00	0,04
t = 30 min	b _{fi,30}	h _{fi,30}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,30}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,30}	f _{yd,fi,30}	a
E - 7	0,54	0,54	0,53	6,03	6,03	35,00	0,26	0,26	8,78	420,00	0,04
t = 45 min	b _{fi,45}	h _{fi,45}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,45}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,45}	f _{yd,fi,45}	a
E - 7	0,53	0,53	0,52	6,03	6,03	35,00	0,26	0,26	8,31	420,00	0,04
t = 60 min	b _{fi,60}	h _{fi,60}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,60}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,60}	f _{yd,fi,60}	a
E - 7	0,51	0,51	0,51	6,03	6,03	35,00	0,26	0,26	7,61	383,04	0,04
t = 90 min	b _{fi,90}	h _{fi,90}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,90}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,90}	f _{yd,fi,90}	a
E - 7	0,49	0,49	0,49	6,03	6,03	35,00	0,26	0,26	6,99	326,30	0,04
t = 120 min	b _{fi,120}	h _{fi,120}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,120}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,120}	f _{yd,fi,120}	a
E - 7	0,44	0,44	0,40	6,03	6,03	35,00	0,26	0,26	5,65	194,38	0,04
t = 180 min	b _{fi,180}	h _{fi,180}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,180}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,180}	f _{yd,fi,180}	a
E - 7	0,36	0,36	0,32	6,03	6,03	35,00	0,26	0,26	3,69	31,08	0,04

$\theta_i(t)$ [°C]	w =	300,00 mm				θ_M						
	Zóna	1	2	3	4	20,00						
	Souř. [mm]	37,50	112,50	187,50	262,50	20,00						
	t = 15 min	129,00	28,00	21,00	20,00	21,00						
	t = 30 min	253,00	44,00	22,00	20,00	22,00						
	t = 45 min	366,00	68,00	26,00	21,00	25,00						
	t = 60 min	460,00	95,00	31,00	22,00	33,00						
	t = 90 min	599,00	157,00	48,00	27,00	61,00						
	t = 120 min	697,00	220,00	71,00	36,00	M (střed)						
	t = 180 min	828,00	336,00	129,00	66,00	VÝZTUŽ						
k_c (θ_i)					$\Sigma k_c(\theta_i)$	k_{cm}	$k_c(\theta_M)$	a_z [m]	a =	40,00 mm		
	t = 15 min	0,96	1,00	1,00	1,00	3,96	0,94	1,00	0,02	t = 15 min	129,00	1,00
	t = 30 min	0,90	1,00	1,00	1,00	3,90	0,93	1,00	0,03	t = 30 min	253,00	1,00
	t = 45 min	0,82	1,00	1,00	1,00	3,82	0,91	1,00	0,04	t = 45 min	366,00	1,00
	t = 60 min	0,69	1,00	1,00	1,00	3,69	0,88	1,00	0,05	t = 60 min	460,00	0,91
	t = 90 min	0,60	0,98	1,00	1,00	3,58	0,85	1,00	0,06	t = 90 min	599,00	0,78
	t = 120 min	0,45	0,87	1,00	1,00	3,32	0,79	1,00	0,08	t = 120 min	697,00	0,46
	t = 180 min	0,10	0,79	0,96	1,00	2,85	0,68	1,00	0,12	t = 180 min	828,00	0,07



Vnitřní síly

R180

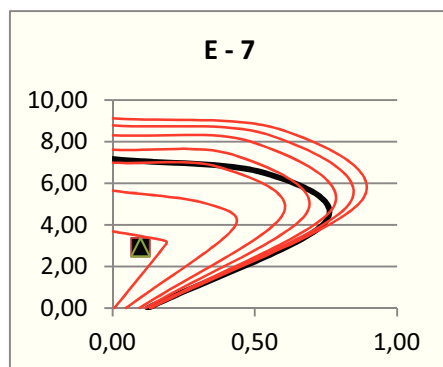
N _{ed,fi} =	3,23 MN	M _{přisl,fi} =	0,11 MNm
M _{ed,fi} =	0,11 MN	N _{přisl,fi} =	3,23 MNm

4.28 10.NP

VÝPOČET ÚNOSNOSTI SLOUPŮ V 10. NP

průřez	b	h	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd}	z ₁	z ₂	N _{RD0}	f _{yd}	a
E - 7	0,60	0,60	0,56	6,03	6,03	23,33	0,26	0,26	7,17	370,00	0,04
t = 15 min	b _{fi,15}	h _{fi,15}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,15}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,15}	f _{yd,fi,15}	a
E - 7	0,55	0,55	0,54	6,03	6,03	35,00	0,26	0,26	9,13	420,00	0,04
t = 30 min	b _{fi,30}	h _{fi,30}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,30}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,30}	f _{yd,fi,30}	a
E - 7	0,54	0,54	0,53	6,03	6,03	35,00	0,26	0,26	8,78	420,00	0,04
t = 45 min	b _{fi,45}	h _{fi,45}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,45}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,45}	f _{yd,fi,45}	a
E - 7	0,53	0,53	0,52	6,03	6,03	35,00	0,26	0,26	8,31	420,00	0,04
t = 60 min	b _{fi,60}	h _{fi,60}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,60}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,60}	f _{yd,fi,60}	a
E - 7	0,51	0,51	0,51	6,03	6,03	35,00	0,26	0,26	7,61	383,04	0,04
t = 90 min	b _{fi,90}	h _{fi,90}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,90}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,90}	f _{yd,fi,90}	a
E - 7	0,49	0,49	0,49	6,03	6,03	35,00	0,26	0,26	6,99	326,30	0,04
t = 120 min	b _{fi,120}	h _{fi,120}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,120}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,120}	f _{yd,fi,120}	a
E - 7	0,44	0,44	0,40	6,03	6,03	35,00	0,26	0,26	5,65	194,38	0,04
t = 180 min	b _{fi,180}	h _{fi,180}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,180}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,180}	f _{yd,fi,180}	a
E - 7	0,36	0,36	0,32	6,03	6,03	35,00	0,26	0,26	3,69	31,08	0,04

w =	300,00 mm				θ _M							
Zóna	1	2	3	4	20,00							
Souř. [mm]	37,50	112,50	187,50	262,50	20,00							
t = 15 min	129,00	28,00	21,00	20,00	21,00							
t = 30 min	253,00	44,00	22,00	20,00	22,00							
t = 45 min	366,00	68,00	26,00	21,00	25,00							
t = 60 min	460,00	95,00	31,00	22,00	33,00							
t = 90 min	599,00	157,00	48,00	27,00	61,00							
t = 120 min	697,00	220,00	71,00	36,00	M (střed)				VÝZTUŽ			
t = 180 min	828,00	336,00	129,00	66,00	Σ k _c (θ _i)				a = 40,00 mm			
t = 15 min	0,96	1,00	1,00	1,00	3,96	0,94	1,00	0,02	t = 15 min	129,00	1,00	
t = 30 min	0,90	1,00	1,00	1,00	3,90	0,93	1,00	0,03	t = 30 min	253,00	1,00	
t = 45 min	0,82	1,00	1,00	1,00	3,82	0,91	1,00	0,04	t = 45 min	366,00	1,00	
t = 60 min	0,69	1,00	1,00	1,00	3,69	0,88	1,00	0,05	t = 60 min	460,00	0,91	k _y (θ _i)
t = 90 min	0,60	0,98	1,00	1,00	3,58	0,85	1,00	0,06	t = 90 min	599,00	0,78	
t = 120 min	0,45	0,87	1,00	1,00	3,32	0,79	1,00	0,08	t = 120 min	697,00	0,46	
t = 180 min	0,10	0,79	0,96	1,00	2,85	0,68	1,00	0,12	t = 180 min	828,00	0,07	



Vnitřní síly

R180

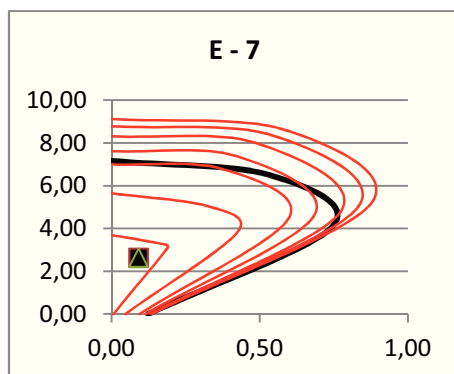
N _{ed,fi} =	2,93 MN	M _{přísl,fi} =	0,10 MNm
M _{ed,fi} =	0,10 MN	N _{přísl,fi} =	2,93 MNm

4.29 11.NP

VÝPOČET ÚNOSNOSTI SLOUPŮ V 11. NP

průřez	b	h	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd}	z ₁	z ₂	N _{RD0}	f _{yd}	a
E - 7	0,60	0,60	0,56	6,03	6,03	23,33	0,26	0,26	7,17	370,00	0,04
t = 15 min	b _{fi,15}	h _{fi,15}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,15}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,15}	f _{yd,fi,15}	a
E - 7	0,55	0,55	0,54	6,03	6,03	35,00	0,26	0,26	9,13	420,00	0,04
t = 30 min	b _{fi,30}	h _{fi,30}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,30}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,30}	f _{yd,fi,30}	a
E - 7	0,54	0,54	0,53	6,03	6,03	35,00	0,26	0,26	8,78	420,00	0,04
t = 45 min	b _{fi,45}	h _{fi,45}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,45}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,45}	f _{yd,fi,45}	a
E - 7	0,53	0,53	0,52	6,03	6,03	35,00	0,26	0,26	8,31	420,00	0,04
t = 60 min	b _{fi,60}	h _{fi,60}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,60}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,60}	f _{yd,fi,60}	a
E - 7	0,51	0,51	0,51	6,03	6,03	35,00	0,26	0,26	7,61	383,04	0,04
t = 90 min	b _{fi,90}	h _{fi,90}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,90}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,90}	f _{yd,fi,90}	a
E - 7	0,49	0,49	0,49	6,03	6,03	35,00	0,26	0,26	6,99	326,30	0,04
t = 120 min	b _{fi,120}	h _{fi,120}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,120}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,120}	f _{yd,fi,120}	a
E - 7	0,44	0,44	0,40	6,03	6,03	35,00	0,26	0,26	5,65	194,38	0,04
t = 180 min	b _{fi,180}	h _{fi,180}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,180}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,180}	f _{yd,fi,180}	a
E - 7	0,36	0,36	0,32	6,03	6,03	35,00	0,26	0,26	3,69	31,08	0,04

$\theta_i(t)$ [°C]	w =	300,00 mm				θ_M						
	Zóna	1	2	3	4	20,00						
	Souř. [mm]	37,50	112,50	187,50	262,50	20,00						
	t = 15 min	129,00	28,00	21,00	20,00	21,00						
	t = 30 min	253,00	44,00	22,00	20,00	22,00						
	t = 45 min	366,00	68,00	26,00	21,00	25,00						
	t = 60 min	460,00	95,00	31,00	22,00	33,00						
	t = 90 min	599,00	157,00	48,00	27,00	61,00						
	t = 120 min	697,00	220,00	71,00	36,00	M (střed)						
	t = 180 min	828,00	336,00	129,00	66,00	VÝZTUŽ						
$k_c(\theta_i)$	$\Sigma k_c(\theta_i)$	k_{cm}	$k_c(\theta_M)$	a_z [m]	a =	40,00	mm					
	t = 15 min	0,96	1,00	1,00	1,00	3,96	0,94	1,00	0,02	t = 15 min	129,00	1,00
	t = 30 min	0,90	1,00	1,00	1,00	3,90	0,93	1,00	0,03	t = 30 min	253,00	1,00
	t = 45 min	0,82	1,00	1,00	1,00	3,82	0,91	1,00	0,04	t = 45 min	366,00	1,00
	t = 60 min	0,69	1,00	1,00	1,00	3,69	0,88	1,00	0,05	t = 60 min	460,00	0,91
	t = 90 min	0,60	0,98	1,00	1,00	3,58	0,85	1,00	0,06	t = 90 min	599,00	0,78
	t = 120 min	0,45	0,87	1,00	1,00	3,32	0,79	1,00	0,08	t = 120 min	697,00	0,46
	t = 180 min	0,10	0,79	0,96	1,00	2,85	0,68	1,00	0,12	t = 180 min	828,00	0,07
										$\theta_i(t)$ [°C]	$k_y(\theta_i)$	



Vnitřní síly

R180

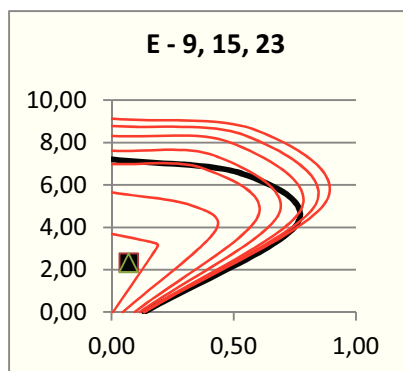
N _{ed,fi} =	2,64 MN	M _{přisl,fi} =	0,09 MNm
M _{ed,fi} =	0,09 MN	N _{přisl,fi} =	2,64 MNm

4.30 12.NP a 13.NP

VÝPOČET ÚNOSNOSTI SLOUPŮ VE 12. A 13. NP

průřez	b	h	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd}	z ₁	z ₂	N _{RD0}	f _{vd}	a
E – 9, 15, 23	0,60	0,60	0,56	6,56	6,56	23,33	0,26	0,26	7,21	370,00	0,04
t = 15 min	b _{fi,15}	h _{fi,15}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,15}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,15}	f _{vd,fi,15}	a
E – 7	0,55	0,55	0,54	6,03	6,03	35,00	0,26	0,26	9,13	420,00	0,04
t = 30 min	b _{fi,30}	h _{fi,30}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,30}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,30}	f _{vd,fi,30}	a
E – 7	0,54	0,54	0,53	6,03	6,03	35,00	0,26	0,26	8,78	420,00	0,04
t = 45 min	b _{fi,45}	h _{fi,45}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,45}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,45}	f _{vd,fi,45}	a
E – 7	0,53	0,53	0,52	6,03	6,03	35,00	0,26	0,26	8,31	420,00	0,04
t = 60 min	b _{fi,60}	h _{fi,60}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,60}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,60}	f _{vd,fi,60}	a
E – 7	0,51	0,51	0,51	6,03	6,03	35,00	0,26	0,26	7,61	383,04	0,04
t = 90 min	b _{fi,90}	h _{fi,90}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,90}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,90}	f _{vd,fi,90}	a
E – 7	0,49	0,49	0,49	6,03	6,03	35,00	0,26	0,26	6,99	326,30	0,04
t = 120 min	b _{fi,120}	h _{fi,120}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,120}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,120}	f _{vd,fi,120}	a
E – 7	0,44	0,44	0,40	6,03	6,03	35,00	0,26	0,26	5,65	194,38	0,04
t = 180 min	b _{fi,180}	h _{fi,180}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,180}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,180}	f _{vd,fi,180}	a
E – 7	0,36	0,36	0,32	6,03	6,03	35,00	0,26	0,26	3,69	31,08	0,04

$\theta_i(t)$ [°C]	w =	300,00 mm				θ_M							
	Zóna	1	2	3	4	20,00							
	Souř. [mm]	37,50	112,50	187,50	262,50	20,00							
	t = 15 min	129,00	28,00	21,00	20,00	21,00							
	t = 30 min	253,00	44,00	22,00	20,00	22,00							
	t = 45 min	366,00	68,00	26,00	21,00	25,00							
	t = 60 min	460,00	95,00	31,00	22,00	33,00							
	t = 90 min	599,00	157,00	48,00	27,00	61,00							
	t = 120 min	697,00	220,00	71,00	36,00	M (střed)				VÝZTUŽ			
	t = 180 min	828,00	336,00	129,00	66,00	$\Sigma k_c(\theta_i)$	k_{cm}	$k_c(\theta_M)$	a_z [m]	a =	40,00	mm	
$k_c(\theta_i)$	t = 15 min	0,96	1,00	1,00	1,00	3,96	0,94	1,00	0,02	t = 15 min	129,00		1,00
	t = 30 min	0,90	1,00	1,00	1,00	3,90	0,93	1,00	0,03	t = 30 min	253,00		1,00
	t = 45 min	0,82	1,00	1,00	1,00	3,82	0,91	1,00	0,04	t = 45 min	366,00		1,00
	t = 60 min	0,69	1,00	1,00	1,00	3,69	0,88	1,00	0,05	t = 60 min	460,00		0,91
	t = 90 min	0,60	0,98	1,00	1,00	3,58	0,85	1,00	0,06	t = 90 min	599,00		0,78
	t = 120 min	0,45	0,87	1,00	1,00	3,32	0,79	1,00	0,08	t = 120 min	697,00		0,46
	t = 180 min	0,10	0,79	0,96	1,00	2,85	0,68	1,00	0,12	t = 180 min	828,00		0,07



Vnitřní síly

R180

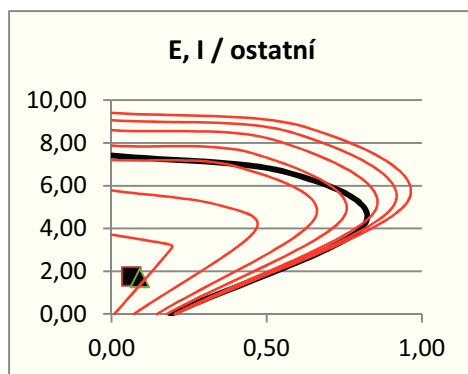
N _{ed,fi} =	2,35 MN	M _{přisl,fi} =	0,07 MNm
M _{ed,fi} =	0,07 MN	N _{přisl,fi} =	2,32 MNm

4.31 14.NP a 15.NP

VÝPOČET ÚNOSNOSTI SLOUPŮ VE 14. A 15. NP

průřez	b	h	d	A_{s1}	A_{s2}	f_{cd}	z₁	z₂	N_{RD0}	f_{yd}	a
E, I/ ostatní	0,60	0,60	0,56	9,42	9,42	23,33	0,26	0,26	7,42	370,00	0,04
t = 15 min	b_{fi,15}	h_{fi,15}	d	A_{s1}	A_{s2}	f_{cd,fi,15}	z₁	z₂	N_{RD0,fi,15}	f_{yd,fi,15}	a
E, I/ ostatní	0,55	0,55	0,54	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	9,41	420,00	0,04
t = 30 min	b_{fi,30}	h_{fi,30}	d	A_{s1}	A_{s2}	f_{cd,fi,30}	z₁	z₂	N_{RD0,fi,30}	f_{yd,fi,30}	a
E, I/ ostatní	0,54	0,54	0,53	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	9,07	420,00	0,04
t = 45 min	b_{fi,45}	h_{fi,45}	d	A_{s1}	A_{s2}	f_{cd,fi,45}	z₁	z₂	N_{RD0,fi,45}	f_{yd,fi,45}	a
E, I/ ostatní	0,53	0,53	0,52	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	8,60	420,00	0,04
t = 60 min	b_{fi,60}	h_{fi,60}	d	A_{s1}	A_{s2}	f_{cd,fi,60}	z₁	z₂	N_{RD0,fi,60}	f_{yd,fi,60}	a
E, I/ ostatní	0,51	0,51	0,51	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	7,87	383,04	0,04
t = 90 min	b_{fi,90}	h_{fi,90}	d	A_{s1}	A_{s2}	f_{cd,fi,90}	z₁	z₂	N_{RD0,fi,90}	f_{yd,fi,90}	a
E, I/ ostatní	0,49	0,49	0,49	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	7,21	326,30	0,04
t = 120 min	b_{fi,120}	h_{fi,120}	d	A_{s1}	A_{s2}	f_{cd,fi,120}	z₁	z₂	N_{RD0,fi,120}	f_{yd,fi,120}	a
E, I/ ostatní	0,44	0,44	0,40	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	5,78	194,38	0,04
t = 180 min	b_{fi,180}	h_{fi,180}	d	A_{s1}	A_{s2}	f_{cd,fi,180}	z₁	z₂	N_{RD0,fi,180}	f_{yd,fi,180}	a
E, I/ ostatní	0,36	0,36	0,32	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	3,71	31,08	0,04

$\theta_i(t)$ [°C]	w =	300,00	mm		θ_M								
	Zóna	1	2	3	4	20,00							
	Souř. [mm]	37,50	112,50	187,50	262,50	20,00							
	t = 15 min	129,00	28,00	21,00	20,00	21,00							
	t = 30 min	253,00	44,00	22,00	20,00	22,00							
	t = 45 min	366,00	68,00	26,00	21,00	25,00							
	t = 60 min	460,00	95,00	31,00	22,00	33,00							
	t = 90 min	599,00	157,00	48,00	27,00	61,00							
	t = 120 min	697,00	220,00	71,00	36,00	M (střed)							
$k_c(\theta_i)$	t = 180 min	828,00	336,00	129,00	66,00	$\Sigma k_c(\theta_i)$	k_{cm}	$k_c(\theta_M)$	a_z [m]	VÝZTUŽ	a =	40,00	mm
	t = 15 min	0,96	1,00	1,00	1,00	3,96	0,94	1,00	0,02	$\theta_i(t)$ [°C]	t = 15 min	129,00	1,00
	t = 30 min	0,90	1,00	1,00	1,00	3,90	0,93	1,00	0,03		t = 30 min	253,00	1,00
	t = 45 min	0,82	1,00	1,00	1,00	3,82	0,91	1,00	0,04		t = 45 min	366,00	1,00
	t = 60 min	0,69	1,00	1,00	1,00	3,69	0,88	1,00	0,05		t = 60 min	460,00	0,91
	t = 90 min	0,60	0,98	1,00	1,00	3,58	0,85	1,00	0,06		t = 90 min	599,00	0,78
	t = 120 min	0,45	0,87	1,00	1,00	3,32	0,79	1,00	0,08		t = 120 min	697,00	0,46
	t = 180 min	0,10	0,79	0,96	1,00	2,85	0,68	1,00	0,12		t = 180 min	828,00	0,07



Vnitřní síly

R180

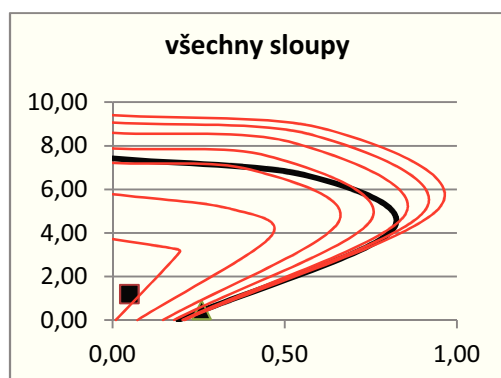
$N_{ed,fi} =$	1,77 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,06 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,09 MN	$N_{přisl,fi} =$	1,69 MNm

4.32 16.NP – 18.NP

VÝPOČET ÚNOSNOSTI SLOUPŮ VE 16. – 18. NP

průřez	b	h	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd}	z ₁	z ₂	N _{RD0}	f _{yd}	a
všechny sloupy	0,60	0,60	0,56	9,42	9,42	23,33	0,26	0,26	7,42	370,00	0,04
t = 15 min	b _{fi,15}	h _{fi,15}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,15}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,15}	f _{yd,fi,15}	a
všechny sloupy	0,55	0,55	0,54	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	9,41	420,00	0,04
t = 30 min	b _{fi,30}	h _{fi,30}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,30}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,30}	f _{yd,fi,30}	a
všechny sloupy	0,54	0,54	0,53	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	9,07	420,00	0,04
t = 45 min	b _{fi,45}	h _{fi,45}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,45}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,45}	f _{yd,fi,45}	a
všechny sloupy	0,53	0,53	0,52	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	8,60	420,00	0,04
t = 60 min	b _{fi,60}	h _{fi,60}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,60}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,60}	f _{yd,fi,60}	a
všechny sloupy	0,51	0,51	0,51	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	7,87	383,04	0,04
t = 90 min	b _{fi,90}	h _{fi,90}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,90}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,90}	f _{yd,fi,90}	a
všechny sloupy	0,49	0,49	0,49	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	7,21	326,30	0,04
t = 120 min	b _{fi,120}	h _{fi,120}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,120}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,120}	f _{yd,fi,120}	a
všechny sloupy	0,44	0,44	0,40	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	5,78	194,38	0,04
t = 180 min	b _{fi,180}	h _{fi,180}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,180}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,180}	f _{yd,fi,180}	a
všechny sloupy	0,36	0,36	0,32	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	3,71	31,08	0,04

w =	300,00 mm				θ _M							
Zóna	1	2	3	4	20,00							
Souř. [mm]	37,50	112,50	187,50	262,50	20,00							
t = 15 min	129,00	28,00	21,00	20,00	21,00							
t = 30 min	253,00	44,00	22,00	20,00	22,00							
t = 45 min	366,00	68,00	26,00	21,00	25,00							
t = 60 min	460,00	95,00	31,00	22,00	33,00							
t = 90 min	599,00	157,00	48,00	27,00	61,00							
t = 120 min	697,00	220,00	71,00	36,00	M (střed)				VÝZTUŽ			
t = 180 min	828,00	336,00	129,00	66,00	Σ k _c (θ _i)				a = 40,00 mm			
t = 15 min	0,96	1,00	1,00	1,00	3,96	0,94	1,00	0,02	t = 15 min	129,00	1,00	
t = 30 min	0,90	1,00	1,00	1,00	3,90	0,93	1,00	0,03	t = 30 min	253,00	1,00	
t = 45 min	0,82	1,00	1,00	1,00	3,82	0,91	1,00	0,04	t = 45 min	366,00	1,00	
t = 60 min	0,69	1,00	1,00	1,00	3,69	0,88	1,00	0,05	t = 60 min	460,00	k _y 0,91	
t = 90 min	0,60	0,98	1,00	1,00	3,58	0,85	1,00	0,06	t = 90 min	599,00	0,78	
t = 120 min	0,45	0,87	1,00	1,00	3,32	0,79	1,00	0,08	t = 120 min	697,00	0,46	
t = 180 min	0,10	0,79	0,96	1,00	2,85	0,68	1,00	0,12	t = 180 min	828,00	0,07	



Vnitřní síly

R15

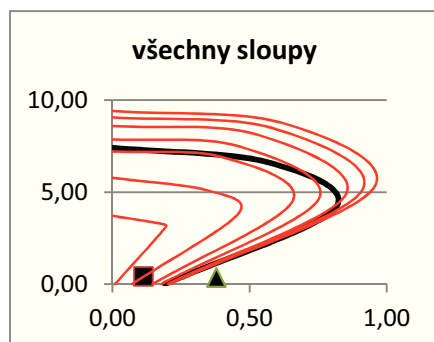
N _{ed,fi} =	1,20 MN	M _{přisl,fi} =	0,05 MNm
M _{ed,fi} =	0,26 MN	N _{přisl,fi} =	0,47 MNm

4.33 19.NP

VÝPOČET ÚNOSNOSTI SLOUPŮ V 19. NP

průřez	b	h	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd}	z ₁	z ₂	N _{RD0}	f _{yd}	a
všechny sloupy	0,60	0,60	0,56	9,42	9,42	23,33	0,26	0,26	7,42	370,00	0,04
t = 15 min	b _{fi,15}	h _{fi,15}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,15}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,15}	f _{yd,fi,15}	a
všechny sloupy	0,55	0,55	0,54	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	9,41	420,00	0,04
t = 30 min	b _{fi,30}	h _{fi,30}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,30}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,30}	f _{yd,fi,30}	a
všechny sloupy	0,54	0,54	0,53	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	9,07	420,00	0,04
t = 45 min	b _{fi,45}	h _{fi,45}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,45}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,45}	f _{yd,fi,45}	a
všechny sloupy	0,53	0,53	0,52	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	8,60	420,00	0,04
t = 60 min	b _{fi,60}	h _{fi,60}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,60}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,60}	f _{yd,fi,60}	a
všechny sloupy	0,51	0,51	0,51	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	7,87	383,04	0,04
t = 90 min	b _{fi,90}	h _{fi,90}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,90}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,90}	f _{yd,fi,90}	a
všechny sloupy	0,49	0,49	0,49	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	7,21	326,30	0,04
t = 120 min	b _{fi,120}	h _{fi,120}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,120}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,120}	f _{yd,fi,120}	a
všechny sloupy	0,44	0,44	0,40	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	5,78	194,38	0,04
t = 180 min	b _{fi,180}	h _{fi,180}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,180}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,180}	f _{yd,fi,180}	a
všechny sloupy	0,36	0,36	0,32	9,42	9,42	35,00	0,26	0,26	3,71	31,08	0,04

$\theta_i(t)$ [°C]	w =	300,00 mm				θ_M						
	Zóna	1	2	3	4	20,00						
	Souř. [mm]	37,50	112,50	187,50	262,50	20,00						
	t = 15 min	129,00	28,00	21,00	20,00	21,00						
	t = 30 min	253,00	44,00	22,00	20,00	22,00						
	t = 45 min	366,00	68,00	26,00	21,00	25,00						
	t = 60 min	460,00	95,00	31,00	22,00	33,00						
	t = 90 min	599,00	157,00	48,00	27,00	61,00						
	t = 120 min	697,00	220,00	71,00	36,00	M (střed)						
	t = 180 min	828,00	336,00	129,00	66,00	VÝZTUŽ						
$k_c(\theta_i)$	$\Sigma k_c(\theta_i)$	k_{cm}	$k_c(\theta_M)$	a_z [m]	a =	40,00	mm					
	t = 15 min	0,96	1,00	1,00	1,00	3,96	0,94	1,00	0,02	t = 15 min	129,00	1,00
	t = 30 min	0,90	1,00	1,00	1,00	3,90	0,93	1,00	0,03	t = 30 min	253,00	1,00
	t = 45 min	0,82	1,00	1,00	1,00	3,82	0,91	1,00	0,04	t = 45 min	366,00	1,00
	t = 60 min	0,69	1,00	1,00	1,00	3,69	0,88	1,00	0,05	t = 60 min	460,00	0,91
	t = 90 min	0,60	0,98	1,00	1,00	3,58	0,85	1,00	0,06	t = 90 min	599,00	0,78
	t = 120 min	0,45	0,87	1,00	1,00	3,32	0,79	1,00	0,08	t = 120 min	697,00	0,46
	t = 180 min	0,10	0,79	0,96	1,00	2,85	0,68	1,00	0,12	t = 180 min	828,00	0,07
								$\theta_i(t)$ [°C]	$k_y(\theta_i)$			



Vnitřní síly

R0

N _{ed,fi} =	0,43 MN	M _{přisl,fi} =	0,11 MNm
M _{ed,fi} =	0,38 MN	N _{přisl,fi} =	0,35 MNm

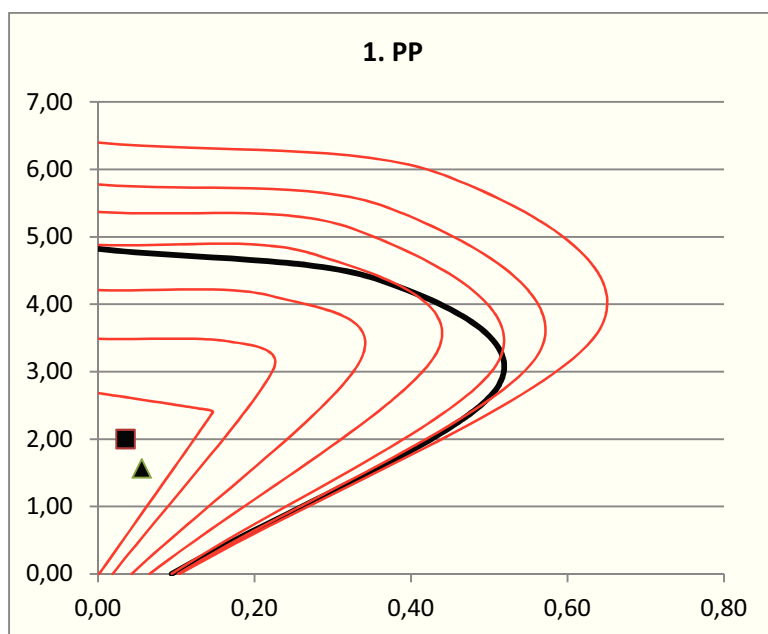
4.34 Výpočet únosnosti obvodových sloupů

VÝPOČET ÚNOSNOSTI OBVODOVÝCH SLOUPŮ

průřez	b	h	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd}	z ₁	z ₂	N _{RD0}	f _{vd}	a
1. PP	0,40	0,60	0,56	4,62	4,62	23,33	0,26	0,26	4,82	370,00	0,04
1. NP	0,30	0,60	0,56	6,28	6,28	23,33	0,26	0,26	3,82	370,00	0,04
2. NP, 3. NP	0,30	0,60	0,56	6,28	6,28	23,33	0,26	0,26	3,82	370,00	0,04
4. NP, 5. NP	0,30	0,60	0,56	4,02	4,02	23,33	0,26	0,26	3,66	370,00	0,04
6. - 13. NP	0,30	0,60	0,56	3,06	3,06	23,33	0,26	0,26	3,59	370,00	0,04
14. - 19. NP	0,30	0,60	0,56	6,08	6,08	23,33	0,26	0,26	3,81	370,00	0,04
t = 15 min	b _{fi,15}	h _{fi,15}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,15}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,15}	f _{vd,fi,15}	a
1. PP	0,37	0,57	0,55	4,62	4,62	35,00	0,26	0,26	6,40	420,00	0,04
1. NP	0,37	0,57	0,55	6,28	6,28	35,00	0,26	0,26	6,46	420,00	0,04
2. NP, 3. NP	0,37	0,57	0,55	6,28	6,28	35,00	0,26	0,26	6,46	420,00	0,04
4. NP, 5. NP	0,37	0,57	0,55	4,02	4,02	35,00	0,26	0,26	6,27	420,00	0,04
6. - 13. NP	0,37	0,57	0,55	3,06	3,06	35,00	0,26	0,26	6,19	420,00	0,04
14. - 19. NP	0,37	0,57	0,55	6,08	6,08	35,00	0,26	0,26	6,44	420,00	0,04
t = 30 min	b _{fi,30}	h _{fi,30}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,30}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,30}	f _{vd,fi,30}	a
1. PP	0,35	0,55	0,53	4,62	4,62	35,00	0,26	0,26	5,78	420,00	0,04
1. NP	0,34	0,54	0,53	6,28	6,28	35,00	0,26	0,26	5,65	339,61	0,04
2. NP, 3. NP	0,34	0,54	0,53	6,28	6,28	35,00	0,26	0,26	5,65	339,61	0,04
4. NP, 5. NP	0,34	0,54	0,53	4,02	4,02	35,00	0,26	0,26	5,50	339,61	0,04
6. - 13. NP	0,34	0,54	0,53	3,06	3,06	35,00	0,26	0,26	5,43	339,61	0,04
14. - 19. NP	0,34	0,54	0,53	6,08	6,08	35,00	0,26	0,26	5,64	339,61	0,04
t = 45 min	b _{fi,45}	h _{fi,45}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,45}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,45}	f _{vd,fi,45}	a
1. PP	0,33	0,53	0,53	4,62	4,62	35,00	0,26	0,26	5,37	392,28	0,04
1. NP	0,34	0,54	0,53	6,28	6,28	35,00	0,26	0,26	5,35	244,27	0,04
2. NP, 3. NP	0,34	0,54	0,53	6,28	6,28	35,00	0,26	0,26	5,35	244,27	0,04
4. NP, 5. NP	0,34	0,54	0,53	4,02	4,02	35,00	0,26	0,26	5,24	244,27	0,04
6. - 13. NP	0,34	0,54	0,53	3,06	3,06	35,00	0,26	0,26	5,19	244,27	0,04
14. - 19. NP	0,34	0,54	0,53	6,08	6,08	35,00	0,26	0,26	5,34	244,27	0,04
t = 60 min	b _{fi,60}	h _{fi,60}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,60}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,60}	f _{vd,fi,60}	a
1. PP	0,32	0,52	0,52	4,62	4,62	35,00	0,26	0,26	4,88	279,43	0,04
1. NP	0,31	0,51	0,51	6,28	6,28	35,00	0,26	0,26	4,59	122,81	0,04
2. NP, 3. NP	0,31	0,51	0,51	6,28	6,28	35,00	0,26	0,26	4,59	122,81	0,04
4. NP, 5. NP	0,31	0,51	0,51	4,02	4,02	35,00	0,26	0,26	4,53	122,81	0,04
6. - 13. NP	0,31	0,51	0,51	3,06	3,06	35,00	0,26	0,26	4,51	122,81	0,04
14. - 19. NP	0,31	0,51	0,51	6,08	6,08	35,00	0,26	0,26	4,58	122,81	0,04
t = 90 min	b _{fi,90}	h _{fi,90}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,90}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,90}	f _{vd,fi,90}	a
1. PP	0,29	0,49	0,49	4,62	4,62	35,00	0,26	0,26	4,21	190,34	0,04
1. NP	0,30	0,50	0,50	6,28	6,28	35,00	0,26	0,26	4,37	71,40	0,04
2. NP, 3. NP	0,30	0,50	0,50	6,28	6,28	35,00	0,26	0,26	4,37	71,40	0,04
4. NP, 5. NP	0,30	0,50	0,50	4,02	4,02	35,00	0,26	0,26	4,34	71,40	0,04
6. - 13. NP	0,30	0,50	0,50	3,06	3,06	35,00	0,26	0,26	4,33	71,40	0,04
14. - 19. NP	0,30	0,50	0,50	6,08	6,08	35,00	0,26	0,26	4,37	71,40	0,04
t = 120 min	b _{fi,120}	h _{fi,120}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,120}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,120}	f _{vd,fi,120}	a
1. PP	0,26	0,46	0,46	4,62	4,62	35,00	0,26	0,26	3,49	88,03	0,04
1. NP	0,27	0,47	0,47	6,28	6,28	35,00	0,26	0,26	3,59	32,34	0,04
2. NP, 3. NP	0,27	0,47	0,47	6,28	6,28	35,00	0,26	0,26	3,59	32,34	0,04
4. NP, 5. NP	0,27	0,47	0,47	4,02	4,02	35,00	0,26	0,26	3,57	32,34	0,04
6. - 13. NP	0,27	0,47	0,47	3,06	3,06	35,00	0,26	0,26	3,57	32,34	0,04
14. - 19. NP	0,27	0,47	0,47	6,08	6,08	35,00	0,26	0,26	3,59	32,34	0,04
t = 180 min	b _{fi,180}	h _{fi,180}	d	A _{s1}	A _{s2}	f _{cd,fi,180}	z ₁	z ₂	N _{RD0,fi,180}	f _{vd,fi,180}	a
1. PP	0,22	0,42	0,38	4,62	4,62	35,00	0,26	0,26	2,68	8,57	0,04
1. NP	0,26	0,46	0,46	6,28	6,28	35,00	0,26	0,26	3,37	15,79	0,04
2. NP, 3. NP	0,26	0,46	0,46	6,28	6,28	35,00	0,26	0,26	3,37	15,79	0,04
4. NP, 5. NP	0,26	0,46	0,46	4,02	4,02	35,00	0,26	0,26	3,36	15,79	0,04
6. - 13. NP	0,26	0,46	0,46	3,06	3,06	35,00	0,26	0,26	3,36	15,79	0,04
14. - 19. NP	0,26	0,46	0,46	6,08	6,08	35,00	0,26	0,26	3,37	15,79	0,04

4.35 Obvodové sloupy - 1.PP

w =		200,00 mm				θ_M			
Zóna		1	2	3	4				
Souř. [mm]		25,00	75,00	125,00	175,00				
$\theta_i(t)$ [°C]	t = 15 min	196,00	45,00	24,00	21,00				
	t = 30 min	349,00	84,00	33,00	23,00				
	t = 45 min	470,00	130,00	47,00	28,00				
	t = 60 min	563,00	177,00	64,00	35,00				
	t = 90 min	693,00	267,00	107,00	57,00				
	t = 120 min	783,00	347,00	153,00	87,00				
	t = 180 min	901,00	480,00	248,00	161,00				
						M (střed)		VÝZTUŽ	
$k_c(\theta_i)$	t = 15 min	1,00	1,00	1,00	1,00	$\Sigma k_c(\theta_i)$	k_{cm}	$k_c(\theta_M)$	a_z [m]
	t = 30 min	0,80	1,00	1,00	1,00	4,00	0,95	1,00	0,01
	t = 45 min	0,71	0,97	1,00	1,00	3,80	0,90	1,00	0,03
	t = 60 min	0,54	0,99	1,00	1,00	3,67	0,87	1,00	0,03
	t = 90 min	0,44	0,92	0,95	1,00	3,53	0,84	1,00	0,04
	t = 120 min	0,27	0,80	0,98	1,00	3,31	0,79	1,00	0,05
	t = 180 min	0,04	0,72	0,90	0,98	3,05	0,72	1,00	0,07
						2,64	0,63	0,98	0,09
								a =	40,00 mm
								t = 15 min	196,00 1,00
								t = 30 min	349,00 1,00
								t = 45 min	470,00 0,93
								t = 60 min	563,00 0,67
								t = 90 min	693,00 0,45
								t = 120 min	783,00 0,21
								t = 180 min	901,00 0,02



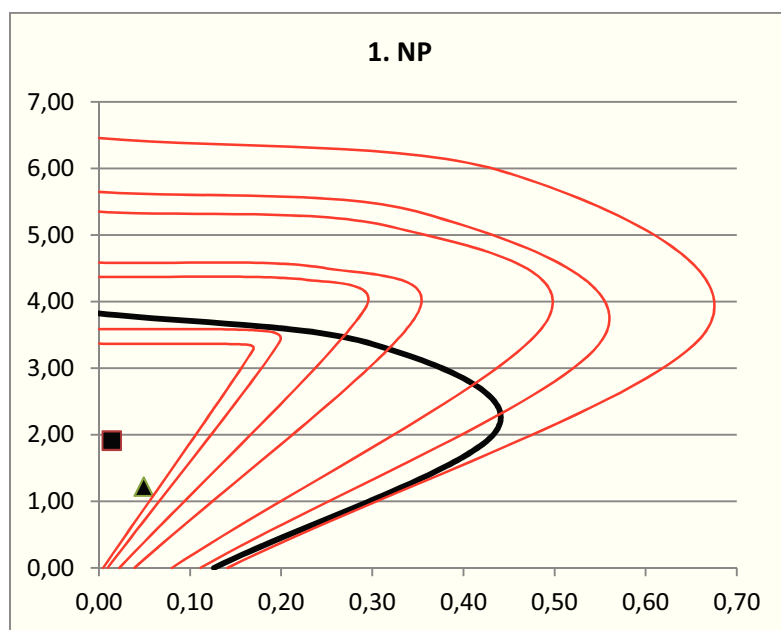
Vnitřní síly

R180

$N_{ed,fi} =$	2,00 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,04 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,06 MN	$N_{přisl,fi} =$	1,56 MNm

4.36 Obvodové sloupy - 1.NP

w =		150,00 mm				θ_M					
Zóna		1	2	3	4						
Souř. [mm]		18,75	56,25	93,75	131,25						
$\theta_i(t)$ [°C]	t = 15 min	244,00	67,00	31,00	23,00						
	t = 30 min	413,00	130,00	54,00	33,00						
	t = 45 min	536,00	195,00	83,00	48,00						
	t = 60 min	626,00	256,00	116,00	68,00						
	t = 90 min	750,00	363,00	185,00	120,00						
	t = 120 min	834,00	453,00	253,00	177,00						
	t = 180 min	944,00	596,00	382,00	294,00						
						M (střed)		VÝZTUŽ			
$k_c(\theta_i)$	t = 15 min	0,89	1,00	1,00	1,00	$\Sigma k_c(\theta_i)$	k_{cm}	$k_c(\theta_M)$	a_z [m]	a =	40,00 mm
	t = 30 min	0,62	0,97	1,00	1,00	3,89	0,92	1,00	0,01	t = 15 min	244,00 1,00
	t = 45 min	0,50	1,00	1,00	1,00	3,58	0,85	1,00	0,03	t = 30 min	413,00 0,81
	t = 60 min	0,34	0,91	0,96	1,00	3,50	0,83	1,00	0,03	t = 45 min	536,00 0,58
	t = 90 min	0,23	0,81	0,99	0,96	3,20	0,76	1,00	0,04	t = 60 min	626,00 0,29
	t = 120 min	0,10	0,68	0,90	0,99	2,99	0,71	0,96	0,05	t = 90 min	750,00 0,17
	t = 180 min	0,06	0,59	0,83	0,94	2,67	0,64	0,98	0,07	t = 120 min	834,00 0,08
						2,43	0,58	0,94	0,07	t = 180 min	944,00 0,04



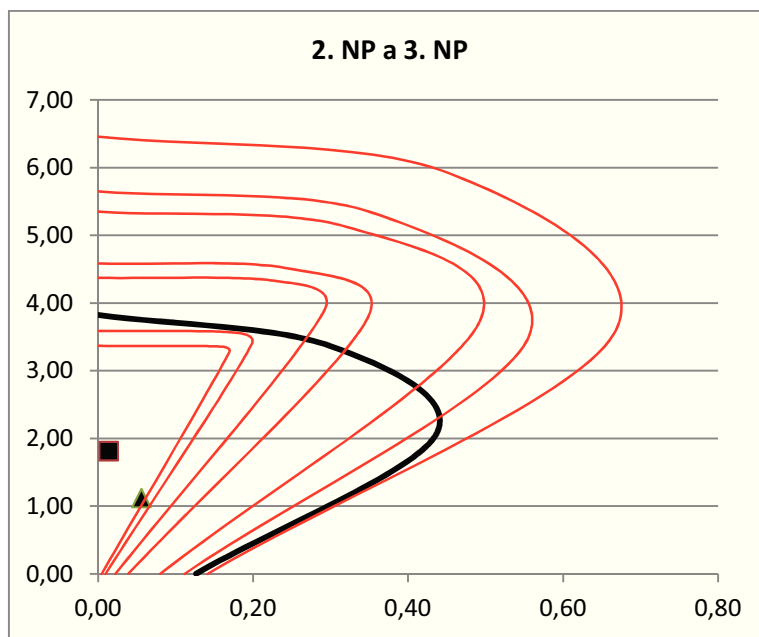
Vnitřní síly

R180

$N_{ed,fi} =$	1,91 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,01 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,05 MN	$N_{přisl,fi} =$	1,22 MNm

4.37 Obvodové sloupy - 2.NP a 3.NP

w =		150,00 mm				θ_M							
Zóna		1	2	3	4	23,00							
Souř. [mm]		18,75	56,25	93,75	131,25	31,00							
$\theta_i(t)$ [°C]	t = 15 min	244,00	67,00	31,00	23,00	44,00							
	t = 30 min	413,00	130,00	54,00	33,00	64,00							
	t = 45 min	536,00	195,00	83,00	48,00	113,00							
	t = 60 min	626,00	256,00	116,00	68,00	169,00							
	t = 90 min	750,00	363,00	185,00	120,00	285,00							
	t = 120 min	834,00	453,00	253,00	177,00								
	t = 180 min	944,00	596,00	382,00	294,00								
						M (střed)				VÝZTUŽ			
$k_c(\theta_i)$	t = 15 min	0,89	1,00	1,00	1,00	$\Sigma k_c(\theta_i)$	k_{cm}	$k_c(\theta_M)$	a_z [m]	a =	40,00 mm		
	t = 30 min	0,62	0,97	1,00	1,00	3,89	0,92	1,00	0,01	t = 15 min	244,00	k_y	1,00
	t = 45 min	0,50	1,00	1,00	1,00	3,58	0,85	1,00	0,03	t = 30 min	413,00		0,81
	t = 60 min	0,34	0,91	0,96	1,00	3,50	0,83	1,00	0,03	t = 45 min	536,00		0,58
	t = 90 min	0,23	0,81	0,99	0,96	3,20	0,76	1,00	0,04	t = 60 min	626,00		0,29
	t = 120 min	0,10	0,68	0,90	0,99	2,99	0,71	0,96	0,05	t = 90 min	750,00		0,17
	t = 180 min	0,06	0,59	0,83	0,94	2,67	0,64	0,98	0,07	t = 120 min	834,00		0,08
						2,43	0,58	0,94	0,07	t = 180 min	944,00		0,04



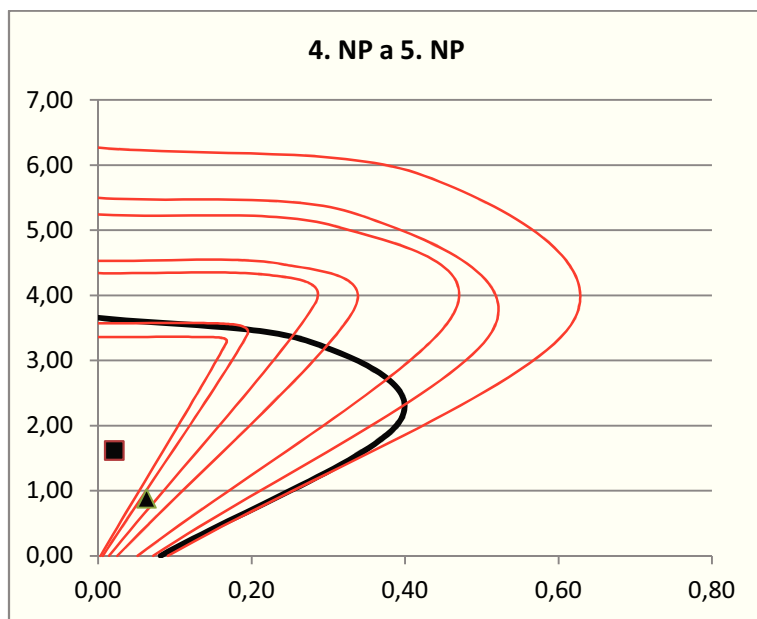
Vnitřní síly

R120

$N_{ed,fi} =$	1,81 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,01 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,06 MN	$N_{přisl,fi} =$	1,12 MNm

4.38 Obvodové sloupy - 4.NP a 5.NP

w =		150,00 mm				θ_M					
Zóna		1	2	3	4						
Souř. [mm]		18,75	56,25	93,75	131,25						
$\theta_i(t)$ [°C]	t = 15 min	244,00	67,00	31,00	23,00						
	t = 30 min	413,00	130,00	54,00	33,00						
	t = 45 min	536,00	195,00	83,00	48,00						
	t = 60 min	626,00	256,00	116,00	68,00						
	t = 90 min	750,00	363,00	185,00	120,00						
	t = 120 min	834,00	453,00	253,00	177,00						
	t = 180 min	944,00	596,00	382,00	294,00						
						M (střed)		VÝZTUŽ			
$k_c(\theta_i)$	t = 15 min	0,89	1,00	1,00	1,00	$\Sigma k_c(\theta_i)$	k_{cm}	$k_c(\theta_M)$	a_z [m]	a =	40,00 mm
	t = 30 min	0,62	0,97	1,00	1,00	3,89	0,92	1,00	0,01	t = 15 min	244,00 1,00
	t = 45 min	0,50	1,00	1,00	1,00	3,58	0,85	1,00	0,03	t = 30 min	413,00 0,81
	t = 60 min	0,34	0,91	0,96	1,00	3,50	0,83	1,00	0,03	t = 45 min	536,00 0,58
	t = 90 min	0,23	0,81	0,99	0,96	3,20	0,76	1,00	0,04	t = 60 min	626,00 0,29
	t = 120 min	0,10	0,68	0,90	0,99	2,99	0,71	0,96	0,05	t = 90 min	750,00 0,17
	t = 180 min	0,06	0,59	0,83	0,94	2,67	0,64	0,98	0,07	t = 120 min	834,00 0,08
						2,43	0,58	0,94	0,07	t = 180 min	944,00 0,04



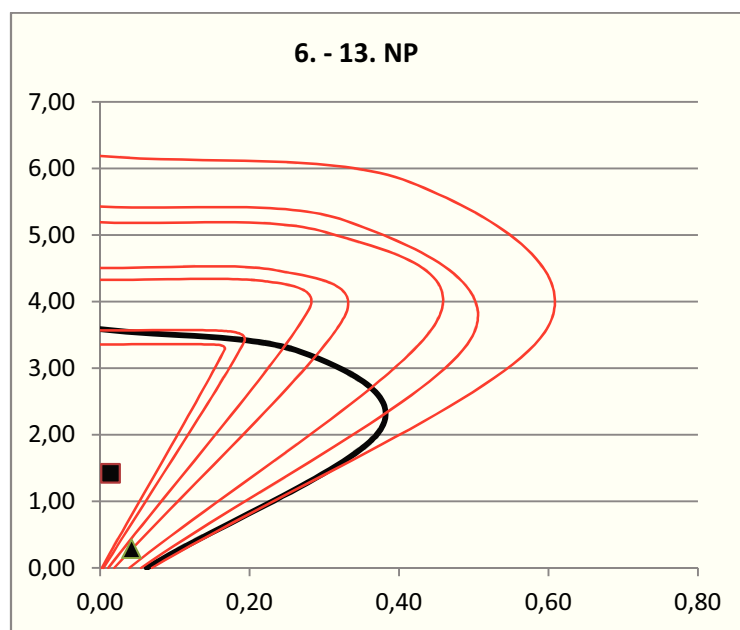
Vnitřní síly

R90

$N_{ed,fi}$	1,62 MN	$M_{přisl,fi}$	0,02 MNm
$M_{ed,fi}$	0,06 MN	$N_{přisl,fi}$	0,88 MNm

4.39 Obvodové sloupy - 6.NP – 13.NP

w =		150,00 mm				θ_M					
Zóna		1	2	3	4						
Souř. [mm]		18,75	56,25	93,75	131,25						
$\theta_i(t)$ [°C]	t = 15 min	244,00	67,00	31,00	23,00						
	t = 30 min	413,00	130,00	54,00	33,00						
	t = 45 min	536,00	195,00	83,00	48,00						
	t = 60 min	626,00	256,00	116,00	68,00						
	t = 90 min	750,00	363,00	185,00	120,00						
	t = 120 min	834,00	453,00	253,00	177,00						
	t = 180 min	944,00	596,00	382,00	294,00						
						M (střed)		VÝZTUŽ			
$k_c(\theta_i)$	t = 15 min	0,89	1,00	1,00	1,00	$\Sigma k_c(\theta_i)$	k_{cm}	$k_c(\theta_M)$	a_z [m]	a =	40,00 mm
	t = 30 min	0,62	0,97	1,00	1,00	3,89	0,92	1,00	0,01	t = 15 min	244,00 1,00
	t = 45 min	0,50	1,00	1,00	1,00	3,58	0,85	1,00	0,03	t = 30 min	413,00 0,81
	t = 60 min	0,34	0,91	0,96	1,00	3,50	0,83	1,00	0,03	t = 45 min	536,00 0,58
	t = 90 min	0,23	0,81	0,99	0,96	3,20	0,76	1,00	0,04	t = 60 min	626,00 0,29
	t = 120 min	0,10	0,68	0,90	0,99	2,99	0,71	0,96	0,05	t = 90 min	750,00 0,17
	t = 180 min	0,06	0,59	0,83	0,94	2,67	0,64	0,98	0,07	t = 120 min	834,00 0,08
						2,43	0,58	0,94	0,07	t = 180 min	944,00 0,04



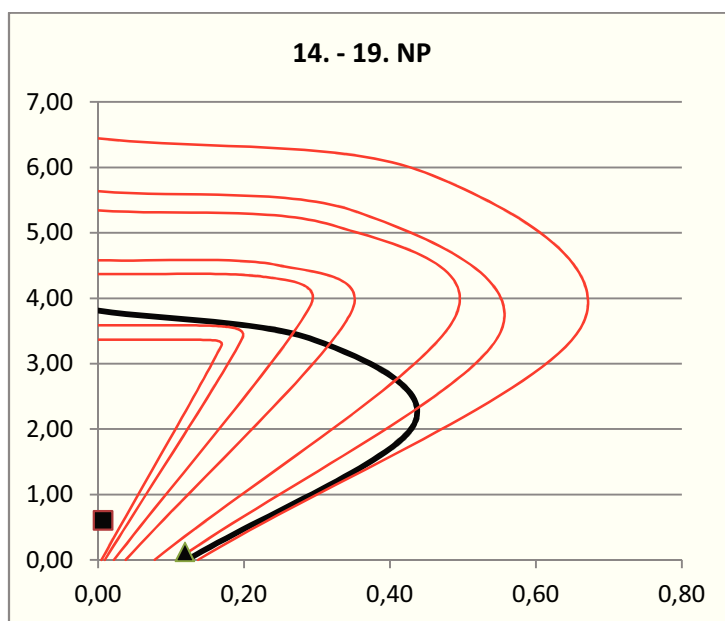
Vnitřní síly

R45

$N_{ed,fi} =$	1,42 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,01 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,04 MN	$N_{přisl,fi} =$	0,29 MNm

4.40 Obvodové sloupy - 14.NP – 19.NP

w =		150,00 mm				θ_M					
Zóna		1	2	3	4						
Souř. [mm]		18,75	56,25	93,75	131,25						
$\theta_i(t)$ [°C]	t = 15 min	244,00	67,00	31,00	23,00						
	t = 30 min	413,00	130,00	54,00	33,00						
	t = 45 min	536,00	195,00	83,00	48,00						
	t = 60 min	626,00	256,00	116,00	68,00						
	t = 90 min	750,00	363,00	185,00	120,00						
	t = 120 min	834,00	453,00	253,00	177,00						
	t = 180 min	944,00	596,00	382,00	294,00						
						M (střed)		VÝZTUŽ			
$k_c(\theta_i)$	t = 15 min	0,89	1,00	1,00	1,00	$\Sigma k_c(\theta_i)$	k_{cm}	$k_c(\theta_M)$	a_z [m]	a =	40,00 mm
	t = 30 min	0,62	0,97	1,00	1,00	3,89	0,92	1,00	0,01	t = 15 min	244,00 1,00
	t = 45 min	0,50	1,00	1,00	1,00	3,58	0,85	1,00	0,03	t = 30 min	413,00 0,81
	t = 60 min	0,34	0,91	0,96	1,00	3,50	0,83	1,00	0,03	t = 45 min	536,00 0,58
	t = 90 min	0,23	0,81	0,99	0,96	3,20	0,76	1,00	0,04	t = 60 min	626,00 $k_y(\theta_i)$ 0,29
	t = 120 min	0,10	0,68	0,90	0,99	2,99	0,71	0,96	0,05	t = 90 min	750,00 0,17
	t = 180 min	0,06	0,59	0,83	0,94	2,67	0,64	0,98	0,07	t = 120 min	834,00 0,08
						2,43	0,58	0,94	0,07	t = 180 min	944,00 0,04



Vnitřní síly

R15

$N_{ed,fi}$	0,60 MN	$M_{přisl,fi}$	0,01 MNm
$M_{ed,fi}$	0,12 MN	$N_{přisl,fi}$	0,12 MNm

Požární odolnost jednotlivých sloupů dosahuje ve většině případů R180 nebo R120. Důvodem vysoké požární odolnosti je zvolená pevnost betonu. V projektové dokumentaci k sanaci sloupů, ke které jsem ve svých výpočtech nepřihlížela, protože byly sloupky zpevněny ocelovými tyčemi ve všech rozích a v takovém případě by byla požární odolnost velmi malá, je uvažován beton C 12/15 (místo C28/35). Pokud by byl uvažován beton C 12/15 nebo i

C28/35, sloupy by na mezním stavu únosnosti nevyhověly ani za normální teploty. Proto byl zvolen beton C 35/45, kdy sloupy až na pár výjimek vyhovují.

5. Chování konstrukce za požáru

Výše uvedené výpočty jsou provedeny pro sloupy jako jednotlivé prvky konstrukce. Rámová konstrukce je však staticky neurčitá a vlivem teplotních zatížení může dojít ke vzniku dalších vnitřních sil.

Například podle literatury [8] je známo z teorie pružnosti, že pokud se za předpokladu jednoosé napjatosti dostane nosník namáhaný ohybem na mez stlačitelnosti, přechází nosník do pružno-plastického stavu. Pokud požární zatížení stále roste, normálová napětí se přibližují k neutrální ose a je možné, že se průřez dostane do stavu plastického přetvoření. Nosník se dále deformuje v ohybu, ale průřez plasticky přetvořený již nesnese přírůstek ohybového momentu a dále se chová jako vložený kloub. V okolí momentového extrému se vytvoří plastický kloub a ohybový moment má dále konstantní hodnotu.

Na základě této teorie jsou do konstrukce výškové budovy VUT vkládány klouby a je zkoumáno, které průřezy sloupů jsou náchylné na požár a které méně. Aby bylo možné zjistit přesné chování jednotlivých menších částí konstrukce za požáru při aplikaci teorie o plastických kloubech, muselo by se aplikovat zatížení teplotou v jednotlivých časech a po překročení meze stlačitelnosti by se do rohu rámové konstrukce vložil kloub. Stávající vzniklý ohybový moment by se zavedl formou vnějšího zatížení a nová konstrukce s klouby by se dále zatěžovala teplotou. V případě této diplomové práce je řešena pouze únosnost průřezů sloupů za požáru, jsou tedy důležité změny vnitřních sil a tuhost celé konstrukce při variantním vkládání kloubů.

Z hlediska požární odolnosti jsou “nejslabší” průřezy sloupů nacházející se po obvodu každého podlaží budovy. Jako první variantou jsou tedy uvažovány klouby vzniklé v těchto místech jako reakce konstrukce na možné působení požáru. Druhou variantou byla opačná verze, tedy klouby vzniklé na vnitřních sloupech a ve třetí verzi je konstrukce rozvolněna maximálně, tedy jsou klouby vloženy do všech sloupů kromě hlavních obvodových.

5.1 Rozdíly vnitřních sil

Model konstrukce výškové budovy je tvořen železobetonovými sloupy, průvlaky, deskami a zavětrovacími stěnami. Konstrukce na vložené klouby nijak zvlášť nereaguje, je dostatečně tuhá i v případě maximálního rozvolnění. Pro přesnější výsledky by bylo nutné budovu rozdělit na menší celky. Níže jsou uvedeny vnitřní síly ve všech variantách pro vybrané sloupy.

Vnitřní síly - 1.PP - E - 5, 25; I - 5, 25

$N_{ed,fi} =$	7,52 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,22 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,22 MN	$N_{přisl,fi} =$	7,29 MNm

Vložené klouby

Obvodové sloupy

$N_{ed,fi} =$	7,94 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,25 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,26 MN	$N_{přisl,fi} =$	7,71 MNm

Vnitřní sloupy

$N_{ed,fi} =$	7,51 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,27 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,27 MN	$N_{přisl,fi} =$	7,51 MNm

Všechny sloupy

$N_{ed,fi} =$	7,71 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,34 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,34 MN	$N_{přisl,fi} =$	7,46 MNm

Vnitřní síly - 1.PP - E - 1, 29; I - 1, 29

$N_{ed,fi} =$	6,49 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,15 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,15 MN	$N_{přisl,fi} =$	6,33 MNm

Vložené klouby

Obvodové sloupy

$N_{ed,fi} =$	6,94 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,17 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,17 MN	$N_{přisl,fi} =$	6,71 MNm

Vnitřní sloupy

$N_{ed,fi} =$	6,67 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,19 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,20 MN	$N_{přisl,fi} =$	6,45 MNm

Všechny sloupy

$N_{ed,fi} =$	7,10 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,25 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,25 MN	$N_{přisl,fi} =$	6,81 MNm

Vnitřní síly - 1.PP - A - 5, 25

$N_{ed,fi} =$	1,81 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,04 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,04 MN	$N_{přisl,fi} =$	1,81 MNm

Vložené klouby**Obvodové sloupy**

$N_{ed,fi} =$	1,86 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,03 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,04 MN	$N_{přisl,fi} =$	1,83 MNm

Vnitřní sloupy

$N_{ed,fi} =$	1,84 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,05 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,05 MN	$N_{přisl,fi} =$	1,84 MNm

Všechny sloupy

$N_{ed,fi} =$	1,83 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,05 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,05 MN	$N_{přisl,fi} =$	1,81 MNm

Vnitřní síly - 1.PP - E - 3, 27; I - 3, 27

$N_{ed,fi} =$	0,52 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,07 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,07 MN	$N_{přisl,fi} =$	0,52 MNm

Vložené klouby**Obvodové sloupy**

$N_{ed,fi} =$	0,53 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,08 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,08 MN	$N_{přisl,fi} =$	0,53 MNm

Vnitřní sloupy

$N_{ed,fi} =$	0,52 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,04 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,04 MN	$N_{přisl,fi} =$	0,52 MNm

Všechny sloupy

$N_{ed,fi} =$	0,53 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,05 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,05 MN	$N_{přisl,fi} =$	0,52 MNm

Vnitřní síly - 1.NP - E - 9, 15, 23

$N_{ed,fi} =$	5,65 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,15 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,18 MN	$N_{přisl,fi} =$	4,90 MNm

Vložené klouby**Obvodové sloupy**

$N_{ed,fi} =$	5,96 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,19 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,22 MN	$N_{přisl,fi} =$	5,31 MNm

Vnitřní sloupy

$N_{ed,fi} =$	5,85 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,20 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,23 MN	$N_{přisl,fi} =$	5,06 MNm

Všechny sloupy

$N_{ed,fi} =$	8,54 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,36 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,41 MN	$N_{přisl,fi} =$	7,42 MNm

Vnitřní síly - 1.NP - I - 15, 23

$N_{ed,fi} =$	4,96 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,11 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,13 MN	$N_{přisl,fi} =$	4,49 MNm

Vložené klouby**Obvodové sloupy**

$N_{ed,fi} =$	5,27 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,12 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,15 MN	$N_{přisl,fi} =$	0,49 MNm

Vnitřní sloupy

$N_{ed,fi} =$	5,11 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,12 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,13 MN	$N_{přisl,fi} =$	4,69 MNm

Všechny sloupy

$N_{ed,fi} =$	5,24 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,15 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,17 MN	$N_{přisl,fi} =$	4,82 MNm

Vnitřní síly - 1.NP - A - 1, 29; J - 1, 29

$N_{ed,fi} =$	4,31 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,07 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,07 MN	$N_{přisl,fi} =$	4,31 MNm

Vložené klouby**Obvodové sloupy**

$N_{ed,fi} =$	4,42 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,02 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,05 MN	$N_{přisl,fi} =$	3,92 MNm

Vnitřní sloupy

$N_{ed,fi} =$	4,45 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,13 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,13 MN	$N_{přisl,fi} =$	4,45 MNm

Všechny sloupy

$N_{ed,fi} =$	4,55 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,15 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,15 MN	$N_{přisl,fi} =$	4,55 MNm

Vnitřní síly - 1.NP - E - 5, 25; I - 5, 25

$N_{ed,fi} =$	7,12 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,34 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,33 MN	$N_{přisl,fi} =$	6,69 MNm

Vložené klouby**Obvodové sloupy**

$N_{ed,fi} =$	7,54 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,41 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,41 MN	$N_{přisl,fi} =$	7,54 MNm

Vnitřní sloupy

$N_{ed,fi} =$	7,15 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,45 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,46 MN	$N_{přisl,fi} =$	6,88 MNm

Všechny sloupy

$N_{ed,fi} =$	7,35 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,54 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,56 MN	$N_{přisl,fi} =$	7,08 MNm

Vnitřní síly - 1.NP - A, J - obvodové

$N_{ed,fi} =$	1,91 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,01 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,02 MN	$N_{přisl,fi} =$	1,43 MNm

Vložené klouby**Obvodové sloupy**

$N_{ed,fi} =$	1,93 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,01 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,01 MN	$N_{přisl,fi} =$	1,44 MNm

Vnitřní sloupy

$N_{ed,fi} =$	1,96 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,02 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,03 MN	$N_{přisl,fi} =$	1,51 MNm

Všechny sloupy

$N_{ed,fi} =$	1,92 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,02 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,05 MN	$N_{přisl,fi} =$	1,20 MNm

Vnitřní síly - 2.NP - E - 5, 25; I - 5, 25

$N_{ed,fi} =$	6,41 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,34 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,34 MN	$N_{přisl,fi} =$	6,41 MNm

Vložené klouby**Obvodové sloupy**

$N_{ed,fi} =$	6,80 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,38 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,38 MN	$N_{přisl,fi} =$	6,80 MNm

Vnitřní sloupy

$N_{ed,fi} =$	6,46 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,43 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,43 MN	$N_{přisl,fi} =$	6,46 MNm

Všechny sloupy

$N_{ed,fi} =$	6,64 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,55 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,55 MN	$N_{přisl,fi} =$	6,64 MNm

Vnitřní síly - 2.NP - A - 1, 29; J - 1, 29

$N_{ed,fi} =$	3,71 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,03 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,03 MN	$N_{přisl,fi} =$	3,71 MNm

Vložené klouby**Obvodové sloupy**

$N_{ed,fi} =$	3,81 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,03 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,04 MN	$N_{přisl,fi} =$	3,61 MNm

Vnitřní sloupy

$N_{ed,fi} =$	3,86 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,04 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,04 MN	$N_{přisl,fi} =$	3,86 MNm

Všechny sloupy

$N_{ed,fi} =$	3,98 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,06 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,06 MN	$N_{přisl,fi} =$	3,98 MNm

Vnitřní síly - 2.NP - A, J - obvodové

$N_{ed,fi} =$	1,81 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,01 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,03 MN	$N_{přisl,fi} =$	1,30 MNm

Vložené klouby**Obvodové sloupy**

$N_{ed,fi} =$	1,83 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,01 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,02 MN	$N_{přisl,fi} =$	1,40 MNm

Vnitřní sloupy

$N_{ed,fi} =$	1,86 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,03 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,04 MN	$N_{přisl,fi} =$	1,41 MNm

Všechny sloupy

$N_{ed,fi} =$	1,82 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,02 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,08 MN	$N_{přisl,fi} =$	1,15 MNm

Vnitřní síly - 2.NP - E - 9, 15, 23

$N_{ed,fi} =$	5,41 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,16 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,22 MN	$N_{přisl,fi} =$	4,76 MNm

Vložené klouby**Obvodové sloupy**

$N_{ed,fi} =$	5,72 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,18 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,26 MN	$N_{přisl,fi} =$	5,15 MNm

Vnitřní sloupy

$N_{ed,fi} =$	5,61 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,21 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,27 MN	$N_{přisl,fi} =$	4,94 MNm

Všechny sloupy

$N_{ed,fi} =$	5,75 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,28 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,34 MN	$N_{přisl,fi} =$	5,09 MNm

Vnitřní síly - 2.NP - I - 9

$N_{ed,fi} =$	5,12 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,11 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,11 MN	$N_{přisl,fi} =$	5,12 MNm

Vložené klouby**Obvodové sloupy**

$N_{ed,fi} =$	5,43 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,13 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,13 MN	$N_{přisl,fi} =$	5,43 MNm

Vnitřní sloupy

$N_{ed,fi} =$	5,40 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,13 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,13 MN	$N_{přisl,fi} =$	5,40 MNm

Všechny sloupy

$N_{ed,fi} =$	5,55 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,16 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,16 MN	$N_{přisl,fi} =$	5,55 MNm

Vnitřní síly - 3.NP - E - 7, 19

$N_{ed,fi} =$	4,93 kN	$M_{přisl,fi} =$	0,17 kNm
$M_{ed,fi} =$	0,17 kN	$N_{přisl,fi} =$	4,93 kNm

Vložené klouby**Obvodové sloupy**

$N_{ed,fi} =$	5,23 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,20 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,20 MN	$N_{přisl,fi} =$	5,23 MNm

Vnitřní sloupy

$N_{ed,fi} =$	5,14 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,20 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,20 MN	$N_{přisl,fi} =$	5,14 MNm

Všechny sloupy

$N_{ed,fi} =$	1,78 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,25 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,25 MN	$N_{přisl,fi} =$	1,78 MNm

Vnitřní síly - 4.NP a 5.NP - E - 9, 15, 23

$N_{ed,fi} =$	4,75 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,12 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,15 MN	$N_{přisl,fi} =$	4,39 MNm

Vložené klouby**Obvodové sloupy**

$N_{ed,fi} =$	5,05 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,15 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,18 MN	$N_{přisl,fi} =$	4,81 MNm

Vnitřní sloupy

$N_{ed,fi} =$	4,96 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,15 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,18 MN	$N_{přisl,fi} =$	4,55 MNm

Všechny sloupy

$N_{ed,fi} =$	5,08 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,20 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,23 MN	$N_{přisl,fi} =$	4,68 MNm

Vnitřní síly - 6.NP - E - 7, 19

$N_{ed,fi} =$	4,13 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,13 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,13 MN	$N_{přisl,fi} =$	4,13 MNm

Vložené klouby**Obvodové sloupy**

$N_{ed,fi} =$	4,41 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,15 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,15 MN	$N_{přisl,fi} =$	4,21 MNm

Vnitřní sloupy

$N_{ed,fi} =$	4,34 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,15 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,15 MN	$N_{přisl,fi} =$	4,34 MNm

Všechny sloupy

$N_{ed,fi} =$	4,47 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,21 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,21 MN	$N_{přisl,fi} =$	4,47 MNm

Vnitřní síly - 8.NP - E - 9, 15, 23

$N_{ed,fi} =$	3,51 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,10 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,10 MN	$N_{přisl,fi} =$	3,33 MNm

Vložené klouby**Obvodové sloupy**

$N_{ed,fi} =$	3,77 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,11 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,13 MN	$N_{přisl,fi} =$	3,75 MNm

Vnitřní sloupy

$N_{ed,fi} =$	3,73 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,11 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,13 MN	$N_{přisl,fi} =$	3,51 MNm

Všechny sloupy

$N_{ed,fi} =$	3,84 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,16 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,18 MN	$N_{přisl,fi} =$	3,62 MNm

Vnitřní síly - 9.NP - E - 7

$N_{ed,fi} =$	3,23 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,11 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,11 MN	$N_{přisl,fi} =$	3,23 MNm

Vložené klouby**Obvodové sloupy**

$N_{ed,fi} =$	3,49 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,11 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,11 MN	$N_{přisl,fi} =$	3,49 MNm

Vnitřní sloupy

$N_{ed,fi} =$	3,44 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,13 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,13 MN	$N_{přisl,fi} =$	3,44 MNm

Všechny sloupy

$N_{ed,fi} =$	3,56 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,18 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,18 MN	$N_{přisl,fi} =$	3,56 MNm

Vnitřní síly - 10.NP - E - 7

$N_{ed,fi} =$	2,93 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,10 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,10 MN	$N_{přisl,fi} =$	2,93 MNm

Vložené klouby**Obvodové sloupy**

$N_{ed,fi} =$	3,19 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,11 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,11 MN	$N_{přisl,fi} =$	3,19 MNm

Vnitřní sloupy

$N_{ed,fi} =$	3,14 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,12 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,12 MN	$N_{přisl,fi} =$	3,14 MNm

Všechny sloupy

$N_{ed,fi} =$	3,25 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,16 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,16 MN	$N_{přisl,fi} =$	3,25 MNm

Vnitřní síly - 11.NP - E - 7

$N_{ed,fi} =$	2,64 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,09 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,09 MN	$N_{přisl,fi} =$	2,64 MNm

Vložené klouby**Obvodové sloupy**

$N_{ed,fi} =$	2,88 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,09 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,10 MN	$N_{přisl,fi} =$	2,86 MNm

Vnitřní sloupy

$N_{ed,fi} =$	2,85 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,11 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,11 MN	$N_{přisl,fi} =$	2,85 MNm

Všechny sloupy

$N_{ed,fi} =$	2,94 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,15 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,15 MN	$N_{přisl,fi} =$	2,94 MNm

Vnitřní síly - 12.NP a 13.NP - E - 9, 15, 23

$N_{ed,fi} =$	2,35 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,07 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,07 MN	$N_{přisl,fi} =$	2,32 MNm

Vložené klouby**Obvodové sloupy**

$N_{ed,fi} =$	2,58 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,07 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,10 MN	$N_{přisl,fi} =$	2,52 MNm

Vnitřní sloupy

$N_{ed,fi} =$	2,56 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,08 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,09 MN	$N_{přisl,fi} =$	2,40 MNm

Všechny sloupy

$N_{ed,fi} =$	2,64 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,11 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,13 MN	$N_{přisl,fi} =$	2,49 MNm

Vnitřní síly - 14.NP a 15.NP – E /I – 7 - 23

$N_{ed,fi} =$	1,77 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,06 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,09 MN	$N_{přisl,fi} =$	1,69 MNm

Vložené klouby**Obvodové sloupy**

$N_{ed,fi} =$	1,99 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,05 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,11 MN	$N_{přisl,fi} =$	1,90 MNm

Vnitřní sloupy

$N_{ed,fi} =$	1,97 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,06 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,11 MN	$N_{přisl,fi} =$	1,88 MNm

Všechny sloupy

$N_{ed,fi} =$	2,04 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,08 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,13 MN	$N_{přisl,fi} =$	1,93 MNm

Vnitřní síly - 16.NP - 18.NP - všechny sloupy (kromě obvodových)

$N_{ed,fi} =$	1,20 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,05 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,26 MN	$N_{přisl,fi} =$	0,47 MNm

Vložené klouby**Obvodové sloupy**

$N_{ed,fi} =$	1,41 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,05 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,35 MN	$N_{přisl,fi} =$	0,19 MNm

Vnitřní sloupy

$N_{ed,fi} =$	1,39 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,04 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,25 MN	$N_{přisl,fi} =$	0,68 MNm

Všechny sloupy

$N_{ed,fi} =$	1,44 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,06 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,29 MN	$N_{přisl,fi} =$	0,65 MNm

Vnitřní síly - 19.NP - všechny sloupy (kromě obvodových)

$N_{ed,fi} =$	0,43 MN	$M_{přísl,fi} =$	0,11 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,38 MN	$N_{přísl,fi} =$	0,35 MNm

Vložené klouby**Obvodové sloupy**

$N_{ed,fi} =$	0,66 MN	$M_{přísl,fi} =$	0,19 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,40 MN	$N_{přísl,fi} =$	0,06 MNm

Vnitřní sloupy

$N_{ed,fi} =$	0,57 MN	$M_{přísl,fi} =$	0,18 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,44 MN	$N_{přísl,fi} =$	0,48 MNm

Všechny sloupy

$N_{ed,fi} =$	0,63 MN	$M_{přísl,fi} =$	0,19 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,55 MN	$N_{přísl,fi} =$	0,46 MNm

Vnitřní síly - 1.PP - obvodové sloupy

$N_{ed,fi} =$	2,00 MN	$M_{přísl,fi} =$	0,04 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,06 MN	$N_{přísl,fi} =$	1,56 MNm

Vložené klouby**Obvodové sloupy**

$N_{ed,fi} =$	2,02 MN	$M_{přísl,fi} =$	0,03 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,05 MN	$N_{přísl,fi} =$	1,54 MNm

Vnitřní sloupy

$N_{ed,fi} =$	2,05 MN	$M_{přísl,fi} =$	0,05 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,08 MN	$N_{přísl,fi} =$	1,60 MNm

Všechny sloupy

$N_{ed,fi} =$	2,00 MN	$M_{přísl,fi} =$	0,05 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,08 MN	$N_{přísl,fi} =$	1,57 MNm

Vnitřní síly - 1.NP - obvodové sloupy

$N_{ed,fi} =$	1,91 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,01 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,05 MN	$N_{přisl,fi} =$	1,22 MNm

Vložené klouby**Obvodové sloupy**

$N_{ed,fi} =$	1,93 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,01 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,04 MN	$N_{přisl,fi} =$	1,37 MNm

Vnitřní sloupy

$N_{ed,fi} =$	1,96 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,02 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,05 MN	$N_{přisl,fi} =$	1,22 MNm

Všechny sloupy

$N_{ed,fi} =$	1,92 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,02 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,05 MN	$N_{přisl,fi} =$	1,20 MNm

Vnitřní síly - 2.NP a 3.NP - obvodové sloupy

$N_{ed,fi} =$	1,81 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,01 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,06 MN	$N_{přisl,fi} =$	1,12 MNm

Vložené klouby**Obvodové sloupy**

$N_{ed,fi} =$	1,83 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,01 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,07 MN	$N_{přisl,fi} =$	1,16 MNm

Vnitřní sloupy

$N_{ed,fi} =$	1,86 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,03 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,06 MN	$N_{přisl,fi} =$	1,08 MNm

Všechny sloupy

$N_{ed,fi} =$	1,82 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,02 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,08 MN	$N_{přisl,fi} =$	1,15 MNm

Vnitřní síly - 4.NP a 5.NP - obvodové sloupy

$N_{ed,fi} =$	1,62 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,02 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,06 MN	$N_{přisl,fi} =$	0,88 MNm

Vložené klouby**Obvodové sloupy**

$N_{ed,fi} =$	1,65 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,01 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,08 MN	$N_{přisl,fi} =$	0,91 MNm

Vnitřní sloupy

$N_{ed,fi} =$	1,67 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,03 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,07 MN	$N_{přisl,fi} =$	0,88 MNm

Všechny sloupy

$N_{ed,fi} =$	1,63 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,03 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,08 MN	$N_{přisl,fi} =$	0,90 MNm

Vnitřní síly - 6.NP - 13.NP - obvodové sloupy

$N_{ed,fi} =$	1,42 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,01 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,04 MN	$N_{přisl,fi} =$	0,29 MNm

Vložené klouby**Obvodové sloupy**

$N_{ed,fi} =$	1,45 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,01 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,12 MN	$N_{přisl,fi} =$	0,45 MNm

Vnitřní sloupy

$N_{ed,fi} =$	1,48 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,03 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,09 MN	$N_{přisl,fi} =$	0,45 MNm

Všechny sloupy

$N_{ed,fi} =$	1,44 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,02 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,11 MN	$N_{přisl,fi} =$	0,41 MNm

Vnitřní síly - 14.NP - 19.NP - obvodové sloupy

$N_{ed,fi} =$	0,60 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,01 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,12 MN	$N_{přisl,fi} =$	0,12 MNm

Vložené klouby

Obvodové sloupy

$N_{ed,fi} =$	0,64 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,00 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,13 MN	$N_{přisl,fi} =$	0,17 MNm

Vnitřní sloupy

$N_{ed,fi} =$	0,66 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,01 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,17 MN	$N_{přisl,fi} =$	0,10 MNm

Všechny sloupy

$N_{ed,fi} =$	0,64 MN	$M_{přisl,fi} =$	0,01 MNm
$M_{ed,fi} =$	0,12 MN	$N_{přisl,fi} =$	0,13 MNm

Budeme-li předpokládat vznik kloubů, konstrukce nejhůře odolává požáru, který by vznikl v okolí vnitřních sloupů a zatím neovlivňoval sloupy obvodové. Nejlépe by konstrukce odolávala požáru ve chvíli, kdy by byl rozprostřen po celém podlaží. Změny vnitřních sil po vložení kloubů by upravily požární odolnost, v případech vybraných sloupů je požární odolnost z důvodu změny vnitřních sil nižší.

6. Závěr

V této diplomové práci byla stanovena požární odolnost železobetonových sloupů výškové budovy fakulty strojní VUT v Brně. Sloupy byly nejdříve posouzeny jako prvky konstrukce a dále se pracovalo s různými modely budovy jako celku. Stanovily se změny vnitřních sil ve všech uvedených variantách umístění požáru a jeho ovlivnění okolních sloupů. Z důvodu vložených kloubů se vnitřní síly na jednotlivých sloupech liší. Na nejvíce namáhaných sloupech se vnitřní síly zvyšují, tedy snižují požární odolnost.

7. Seznam použitých pramenů

7.1 Použitá literatura

- [1] ČSN EN 1991-1-1 (73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení: Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb;
- [2] ČSN EN 1991-1-2 (73 0035) Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-2: Obecná zatížení – Zatížení konstrukcí vystavených účinkům požáru;
- [3] ČSN EN 1992-1-1 (73 1201) Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby;
- [4] ČSN EN 1992-1-2 (73 1201): Eurokód 2 – Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-2: Obecná pravidla – navrhování konstrukcí na účinky požáru;
- [5] Kučera P., Česelská T., Matečková P.: Požární odolnost stavebních konstrukcí, SPBI Ostrava 2010;
- [6] Navrhování betonových konstrukcí 1, ČBS Praha 2005
- [7] Projektová dokumentace sanace a zesílení železobetonových konstrukcí objektu A1 FSI VUT v Brně
- [8] Stavební konstrukce z požárního hlediska, Václav Kuplík

7.2 Použité internetové zdroje

- [9] Dostupné z:
<http://www.archiweb.cz/news.php?action=show&type=1&id=13978>
- [10] Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/zpravodajstvi-brno/zpravy/254207-oprava-vyskove-budovy-vut-se-prodrazi/>

7.3 Použité programy

ANSYS

ArchiCAD 14

Microsoft Office Excel 2010

Microsoft Office Word 2010

Scia Engineer 14